
BACHELORARBEIT

Herr
Roman Nuss

Automatisiertes Audio Mastering – Die Zukunft der Musikindustrie?

**Kann der automatisierte Online Mastering
Dienst LANDR professionelle Mastering-Inge-
nieure ersetzen?**

2016

BACHELORARBEIT

Automatisiertes Audio Mastering – Die Zukunft der Musikindustrie?

**Kann der automatisierte Online Mastering
Dienst LANDR professionelle Mastering-Ingeni-
eure ersetzen?**

Autor/in:
Herr Roman Nuss

Studiengang:
Medienmanagement

Seminargruppe:
MM13w1-B

Erstprüfer:
Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler

Zweitprüfer:
Dipl.-Mus.-Päd. Stephan Pankow

Einreichung:
Coswig, 20.07.2016

BACHELOR THESIS

Automated Audio Mastering – The Future of the Music Industry?

**Can the automated online mastering service
LANDR replace professional mastering engi-
neers?**

author:

Mr. Roman Nuss

course of studies:

Media Management

seminar group:

MM13w1-B

first examiner:

Prof. Dipl. Toningenieur Mike Winkler

second examiner:

Dipl.-Mus.-Päd. Stephan Pankow

submission:

Coswig, 20.07.2016

Bibliografische Angaben

Nuss, Roman:

Automatisiertes Audio Mastering – Die Zukunft der Musikindustrie? Kann der automatisierte Online Mastering Dienst LANDR professionelle Mastering-Ingenieure ersetzen?

Automated Audio Mastering – The Future of the Music Industry? Can the automated online mastering service LANDR replace professional mastering-engineers?

90 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2016

Abstract

Audio Mastering ist ein Prozess, welcher neben tontechnischer Expertise auch ein ausgeprägtes musikalisches Verständnis und künstlerische Kreativität benötigt. Durchgeführt wird dieser Prozess von speziell-ausgebildeten Mastering-Ingenieuren mit einschlägiger Erfahrung. Seit wenigen Jahren existieren aber auch vollkommen automatisierte Online Mastering Dienste, wie LANDR, welche ein preiseffizienteres Mastering anbieten. Es entsteht zwangsläufig die Frage, ob automatisiertes Audio Mastering professionelle Mastering-Ingenieure ersetzen kann.

Genau diese Frage wird in folgender Arbeit thematisiert. Dazu werden zuerst die theoretischen Grundlagen rund um Audiotechnik und Mastering erörtert und LANDR ausführlich analysiert. Basierend auf den theoretischen Grundlagen wird im Anschluss die zentrale Fragestellung methodisch untersucht.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	6
Vorwort	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1 Einleitung.....	7
1.1 Heranführung an die Thematik und Begründung der Themenwahl.....	7
1.2 Zielstellung und Methodik.....	9
1.3 Aufbau der Arbeit	11
2 Theoretische Grundlagen	12
2.1 Akustische Grundlagen	12
2.1.1 Missverständnisse zur Lautstärke	12
2.1.2 Der Begriff der Lautheit	13
2.1.3 Schalldruckpegel.....	14
2.1.4 Spitzenpegel und Effektivwert	16
2.1.5 Dynamikumfang und Crest-Faktor.....	17
2.1.6 Dateiformate und ihre digitale Aussteuerung.....	19
2.1.7 Das Metering	22
2.2 Tontechnische Grundlagen	25
2.2.1 Monitorsysteme.....	25
2.2.2 Digital Audio Workstation	28
2.2.3 VST-Plugins.....	29
2.2.4 Equalizer.....	30
2.2.5 Kompressor und Limiter	32
2.2.6 Noise Gate und Expander	34
2.2.7 Reverberation und Delay	35
2.2.8 Stereoverarbeitung	36
3 Mastering	37
3.1 Audio Mastering und technisches Mastering	37
3.2 Ablauf beim Audio Mastering	39
3.3 Kosten und Dauer	41
4 LANDR – Automatisiertes Online Mastering	42
4.1 Produktinformationen	42
4.1.1 Allgemeine Informationen	42
4.1.2 Funktionsweise	44
4.1.3 Preispolitik	46
4.2 Produktrezensionen	47

4.2.1	Meinungen professioneller Toningenieure.....	47
4.2.2	Magazin-Rezensionen	49
4.3	Vor- und Nachteile gegenüber Studio-Mastering.....	51
4.3.1	Vorteile von LANDR	51
4.3.2	Nachteile gegenüber professionellem Mastering.....	52
5	Methodischer Teil.....	53
5.1	Technische Analyse & subjektive Bewertung	53
5.1.1	Vorbereitung der Untersuchung	53
5.1.2	Ergebnisse der Untersuchung.....	56
5.2	Umfrage mit Blindversuch	59
5.2.1	Vorbereitung eines Blindversuches	59
5.2.2	Aufbau des Fragebogens.....	60
5.2.3	Ergebnisse der Umfrage	60
5.3	Fazit der Umfrage und der Analyse	63
6	Schlussbetrachtungen.....	64
6.1	Beantwortung der Leitfragen und das Fazit.....	64
6.2	Ausblick	65
	Literaturverzeichnis	XI
	Anhang.....	XVI
	Eigenständigkeitserklärung	XXXI

Abkürzungsverzeichnis

vs.	–	Versus („Gegen“)
Pa	–	Das Einheitszeichen der Einheit Pascal
RMS	–	Root Mean Square (quadratischer Mittelwert)
DAW	–	Digital Audio Workstation (computergestütztes Musikproduktionssystem)
dB	–	Das Einheitszeichen der Verhältnismenge Dezibel
dB FS	–	Dezibel Full Scale (logarithmische Einheit)
M/S	–	Mid/Side (Mitte/Seite)
kHz	–	Kilohertz (tausend Hertz)
Hz	–	Einheit für Frequenz (Schwingungen oder Abtastungen pro Sekunde)
MP3	–	MPEG-1 Layer 3 (verlustbehaftetes Audio Format)
kbit/s	–	Kilobit pro Sekunde (auch kbps)
MB	–	Megabyte
LU	–	Loudness Units
ISP	–	Inter-Sample Peaks
PSR	–	short-term peak to loudness ratio
PLR	–	peak to loudness ratio
DR	–	Dynamic Range (Dynamikumfang)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – LANDR Logo	8
Abbildung 2 – Kurven gleichen Lautstärkepegels Isophone (ISO 226:2003).	12
Abbildung 3 – Zusammenhang zwischen sone und phon.	13
Abbildung 4 – Die Bewertungsfilter.	15
Abbildung 5 – Gegenüberstellung von Peak und RMS.	16
Abbildung 6 – Loudness war: The Beloved – Sweet Harmony (1992) vs. Jamiroquai – Cosmic Girl (1996).	18
Abbildung 7 – Screenshot einer Waveform.	19
Abbildung 8 – Auflösung und Abtastrate.	20
Abbildung 9 – Screenshot der Exporteinstellungen bei FL-Studio 12.....	21
Abbildung 10 – Screenshot verschiedener Meter: bx_meter (zuverlässig), TT Dynamic Range Meter (zuverlässig), Wave Candy (billig / schlecht).....	22
Abbildung 11 – Screenshot: FabFilter Pro-L Limiter mit einer K-Metering Anzeige.....	23
Abbildung 12 – Screenshot: Verschiedene Messungen mit Dynameter - links: Michael Jackson – Billy Jean (sehr dynamisch), Mitte: Kylie Minogue - Can't Get You Out Of My Head (stellenweise dynamisch, sonst ausreichend), rechts: U2 - Vertigo (überkomprimiert, sehr schlecht).....	24
Abbildung 13 – Frequenzgang eines Yamaha HS8 Monitors.	25
Abbildung 14 – Room 7 in den Abbey Road Studios mit PMC MB2-S-XBD- Lautsprechern.	26
Abbildung 15 – Beyerdynamic DT-770 Pro 250 Ohm - sehr beliebte Studio-Kopfhörer.	27
Abbildung 16 – Screenshot: Sonarworks Reference 3 Kalibrierungs-Tool Interface	27
Abbildung 17 – Avid Pro Tools 12 Interface.	28
Abbildung 18 – Screenshot: Beispiel-Signalkette für eine Audiospur.	29
Abbildung 19 – Screenshot: Low Shelf, Bell mit hohem Q, Notch, Bell mit niedrigem Q, High Cut.	30
Abbildung 20 – Klark Teknik DN360 grafischer Equalizer	31
Abbildung 21 – Screenshot: FabFilter Pro C2 – ein sehr vielseitiger Kompressor.	32
Abbildung 22 – Screenshot: FabFilter Pro-L – ein vielseitiger Limiter.	33
Abbildung 23 – Screenshot: FabFilter Pro-G Noise Gate und Multifunktions-Expander.....	34
Abbildung 24 – Screenshot: Verschiedene Reverberation-Effekte im virtuellen Rack.....	35
Abbildung 25 – Screenshot: FabFilter Pro-Q 2 mit M/S Processing.	36
Abbildung 26 – Mastering-Ingenieur Ted Jensen im Sterling Sound Studio.....	37
Abbildung 27 – Screenshot: Bildausschnitt eines Videos zur Erläuterung vom technischen Mastering.	38
Abbildung 28 – Screenshot: LANDR Website Landingpage.....	43

Abbildung 29 – Screenshot: Auswahl der Intensität.	44
Abbildung 30 – Icons der Signalprozessoren.	45
Abbildung 31 – Gegenüberstellung der Messwerte der technischen Analyse.	XIX
Abbildung 32 – Exemplar 1: Dynameter Graph der beiden Versionen.	XX
Abbildung 33 – Exemplar 1: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen.	XX
Abbildung 34 – Exemplar 1: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L.	XXI
Abbildung 35 – Exemplar 1: Waveform Darstellung beider Versionen.	XXI
Abbildung 36 – Exemplar 2: Dynameter Graph der beiden Versionen.	XXI
Abbildung 37 – Exemplar 2: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen.	XXII
Abbildung 38 – Exemplar 2: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L.	XXII
Abbildung 39 – Exemplar 2: Waveform Darstellung beider Versionen.	XXII
Abbildung 40 – Exemplar 3: Dynameter Graph der beiden Versionen.	XXIII
Abbildung 41 – Exemplar 3: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen.	XXIII
Abbildung 42 – Exemplar 3: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L.	XXIV
Abbildung 43 – Exemplar 3: Waveform Darstellung beider Versionen.	XXIV
Abbildung 44 – Exemplar 4: Dynameter Graph der beiden Versionen.	XXIV
Abbildung 45 – Exemplar 4: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen.	XXV
Abbildung 46 – Exemplar 4: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L	XXV
Abbildung 47 – Exemplar 4: Waveform Darstellung beider Versionen.	XXV
Abbildung 48 – Screenshot: Fragebogen: Teil 1.	XXVI
Abbildung 49 – Screenshot: Fragebogen: Teil 2	XXVII
Abbildung 50 – Screenshot: Fragebogen: Einleitung	XXVII
Abbildung 51 – Screenshot: Auswertung Teil 1.....	XXVIII
Abbildung 52 – Screenshot: Auswertung Teil 2.....	XXIX
Abbildung 53 – Screenshot: Begründungen für 1A.	XXIX
Abbildung 54 – Screenshot: Begründungen für 1B.	XXX
Abbildung 55 – Screenshot: Begründungen für 2A.	XXX
Abbildung 56 – Screenshot: Begründungen für 1B.	XXX
Abbildung 57 – Screenshot: Begründungen für 1B.	XXX

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Erlaubte Einwirkungszeit einer Lärmbelastung, nach NIOSH-AINSI und CDC.....	15
Tabelle 2 – Gegenüberstellung der Preise verschiedener Mastering-Studios.....	46
Tabelle 4 – Gegenüberstellung der Kosten abhängig von der Zahlweise.	46
Tabelle 5 – Verwendete Musikstücke.....	53
Tabelle 6 – Kodierung der Exemplare und Pegelkorrektur	59

1 Einleitung

1.1 Heranführung an die Thematik und Begründung der Themenwahl

Die Musikindustrie erholt sich. Allein der deutsche Musikmarkt verzeichnet im vergangenen Jahr ein Wachstum von 4,6% mit einem Gesamtumsatz von rund 1,55 Milliarden Euro.¹ Diese Entwicklung lässt sich mit der langsam vorangehenden Anpassung an das digitale Zeitalter erklären. Neben den neuen Vermarktungs- und Vertriebsmöglichkeiten über Streaming-Portale und Musikblogs, sorgt auch die Einstellungswandlung bei Konsumenten für diese positive Tendenz. So sind inzwischen 80% der Bevölkerung der Ansicht, dass legale Angebote ausreichend sind, und dreiviertel der Bevölkerung will mit diesem Verhalten die Kreativen unterstützen.² Zudem nutzen inzwischen viele Konsumenten Spenden-basierte Portale, wie Patreon³ oder Bandcamp⁴, um die Künstler zusätzlich zu unterstützen. Ein Wachstum lässt sich auch bei der Musikknutzung und beim Musikangebot feststellen. Täglich erscheinen unzählige neue Musikstücke, die den bereits gewaltigen Bestand erweitern, und noch nie wurde so viel Musik konsumiert, wie heute. Die Tendenz lässt sich anhand von Nutzerstatistiken großer Musikportale erkennen. Beispielsweise gab das populärste Musikportal SoundCloud 2012 noch 10 Millionen registrierte Nutzer bekannt – ein Jahr später waren es bereits 250 Millionen.⁵ Aber auch Spotify macht Rekorde: Über 75 Millionen Nutzer haben mehr als 20 Milliarden Stunden Musik über den Streaming Service gehört und mehr als zwei Milliarden Playlists erstellt.⁶

Diese Tendenz ist besonders mit der fortschreitenden Digitalisierung und dem erschwinglichen Zugang zum Musikequipment sowie spezieller Software begründet. Das Internet bietet zudem eine optimale Plattform um eigene Musik zu vermarkten. Innerhalb kürzester Zeit kann man Hörer aus aller Welt erreichen. Große Portale wie SoundCloud oder YouTube ermöglichen es Musikern kostenlos global gehört zu werden.

¹ Vgl. BVM (Hrsg.): <http://www.musikindustrie.de/fileadmin/piclib/publikationen/BVMI-2015-Jahrbuch-ePaper.pdf> (Zugriff: 17.06.2016)

² Vgl. ebd.

³ Ein Abonnement-basiertes Spenden System. Siehe: <https://www.patreon.com/> (Zugriff: 17.06.2016)

⁴ Ein Musikportal mit Spendenfunktion. Siehe: <https://bandcamp.com/> (Zugriff: 17.06.2016)

⁵ Vgl. Social Media Statistiken (Hrsg.): <http://www.socialmediastatistik.de/soundcloud-mit-250-millionen-nutzern/> (Zugriff: 17.06.2016)

⁶ Vgl. Spotify (Hrsg.): <https://news.spotify.com/de/2015/12/01/jahresueckblick-in-musik-so-klngt-2015/> (Zugriff: 17.06.2016)

Um als Musiker bei dem gewaltigen Angebot ernst genommen zu werden, muss die Musik eine hohe Klangqualität aufweisen. Die Musikstücke sollten vorzugsweise professionell aufgenommen, -abgemischt und -gemastert werden. Jeder dieser Prozesse ist eine Kunst für sich und erfordert technische Expertise, spezielles Equipment, einschlägige Erfahrung sowie ein ausgeprägtes musikalisches Gehör und -Verständnis. Aus diesem Grund wurden diese Prozesse lange Zeit ausschließlich von ausgebildeten Spezialisten in größeren Tonstudios durchgeführt. Doch mit der Entwicklung der DAWs wurden die notwendigen Tools auch für Hobbymusiker zugänglich. Die Mastering-Ingenieure mussten auf diese Entwicklung einerseits mit Preissenkungen und andererseits mit dem Anbieten ihrer Dienstleistungen über das Internet reagieren.

Die erschwingliche Musiksoftware und die verfügbaren Tutorials im Internet, haben dem Verfasser den Einstieg in die Musikproduktion ermöglicht und ihn motiviert sich intensiv mit dem Mixing und Mastering zu beschäftigen. Mehrere Jahre lang sammelte der Verfasser praktische Erfahrungen auf diesem Gebiet.



Abbildung 1 – LANDR Logo. (Quelle: LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/img/logo-landr.png>, Zugriff: 05.06.2016)

Um das eigene Mastering zu beurteilen, suchte der Verfasser im Jahr 2014 nach bezahlbaren Mastering-Studios, in welchen er Vergleichsmaster in Auftrag geben könnte. Bei der Recherche wurde der Verfasser in vielen Foren und Blogs auf den vollständig automatisierten Online-Mastering Dienst LANDR des Unternehmens MixGenius aufmerksam. Der Dienst versprach schon damals sofortige Ergebnisse mit professionellem Klang und das zum Bruchteil der Kosten vom Studio-Mastering.⁷ Inzwischen hat sich der Bekanntheitsgrad von LANDR enorm erhöht. Nach anfänglicher Skepsis haben den Verfasser das Konzept sowie die Marketingstrategie von LANDR überzeugt. Den Verfasser interessierte vor allem, wie der Dienst im Vergleich zu professionellen Mastering-Ingenieuren abschneiden würde und welche Perspektive so ein Algorithmus in der Musikindustrie haben könnte. Ist es ein weiterer Schritt in Richtung einer vollkommen automatisierten Welt? Das war der motivierende Faktor für eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Thematik.

⁷ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de> (Zugriff: 17.06.2016)

1.2 Zielstellung und Methodik

Da das automatisierte Audio Mastering erst seit wenigen Jahren existiert, gibt es noch keine wissenschaftliche Literatur über die Qualität dieser digitalen Technologie.⁸ Bis dato wurden nur Blogartikel, Kommentare und Rezensionen veröffentlicht, welche größtenteils auf subjektiver Grundlage basieren. Für eine wissenschaftliche Studie, welche automatisiertes Mastering mit dem professionellen Studio Mastering vergleicht, gibt es also noch einen großen Bedarf.

Das automatisierte Mastering ist aufgrund des geringen Arbeits- und Zeitaufwandes sehr kostengünstig. Eine solche Studie wäre also nicht nur für Musiker mit limitiertem Budget, sondern auch für Mastering-Ingenieure und etablierte Musiklabels interessant. Die Musiklabels könnten anhand der Ergebnisse fundierte Entscheidungen über den Einsatz vom automatisierten Mastering für ihre Veröffentlichungen treffen. Mastering-Ingenieure würden hingegen erfahren, ob diese technologische Entwicklung für ihre Arbeitsplätze eine Gefahr darstellt. Die vorliegende Arbeit widmet sich also der zentralen Frage, ob und inwieweit automatisiertes Online Mastering professionelles Mastering ersetzen kann. Diese zentrale Frage soll anhand mehreren wissenschaftlichen Methoden ausführlich diskutiert und beantwortet werden.

Die absolute Vorreiterstellung hat der Online Dienst LANDR. Mit diesem wurde das automatisierte Audio Mastering im Jahre 2014 auch erstmalig global bekannt. Es existieren zwar noch weitere Anbieter, unter anderem der seit 2012 aktive Dienst WaveMod⁹ und das seit Februar 2016 gestartete Portal eMastered¹⁰ – doch haben diese einen sehr geringen Bekanntheitsgrad und sind momentan eher vernachlässigbar. Aus diesem Grund fokussiert sich diese Arbeit ausschließlich auf LANDR.

Um sich der Beantwortung der zentralen Fragestellung zu nähern, werden im Voraus zusätzliche Leitfragen diskutiert.

1. Was sind die Vor- und Nachteile vom automatisiertem Audio Mastering mittels LANDR gegenüber professionellem Mastering?
2. Wie ist die aktuelle Position von LANDR in der Musikindustrie?

⁸ Zuletzt recherchiert am 31.05.2016

⁹ Vgl. Wavemod (Hrsg.): <https://www.wavemod.com/> (Zugriff: 19.06.2016)

¹⁰ Vgl. eMastered (Hrsg.): <https://emastered.com/> (Zugriff: 19.06.2016)

3. Kann LANDR befriedigende Ergebnisse beim Mastering liefern?
4. Können normale Musikkonsumenten überhaupt einen Unterschied zwischen einem LANDR-Master und professionell gemasterter Musik feststellen?

Mit einer ausführlichen Analyse von LANDR wird dabei die Position von LANDR in der Musikindustrie untersucht. Diese wird neben allgemeinen Produktinformationen zur Funktionsweise und Preispolitik, auch Expertenmeinungen sowie -Rezensionen miteinbeziehen. Dabei werden Rezensionen von verschiedenen Mastering-Ingenieuren sowie größeren Musikmagazinen zusammengefasst. Mit dieser Analyse wird auch eine Grundlage zur Beantwortung der ersten und dritten Leitfrage geschaffen.

Anhand eines Blindversuches, welcher im Rahmen einer Umfrage erfolgt, wird die vierte Leitfrage empirisch untersucht. Bei diesem Blindversuch werden vier Musikstücke aus unterschiedlichen Genres in jeweils zwei Versionen den Probanden zugänglich gemacht. Eine der beiden Versionen wird von LANDR gemastert und die andere von einem professionellen Mastering Studio. Die Probanden sollen dann im Rahmen einer Online-Umfrage entscheiden, welche Version ihrer Meinung nach besser klingt, oder angeben, dass sie keinen Unterschied feststellen können. Optional haben die Probanden die Möglichkeit ihre Entscheidungen zu begründen. Im Voraus müssen alle Teilnehmer Angaben zu ihren Abhörbedingungen sowie ihrer Musikknutzung machen.

Eine technische Analyse der verwendeten Musikexemplare sowie eine subjektive Bewertung durch den Verfasser und einen professionellen Mastering-Ingenieur sollen weitere Anhaltspunkte zur Beantwortung der ersten und zweiten Leitfrage liefern. Dabei wird jedes Exemplar unter anderem auf den Dynamikumfang, die maximale Aussteuerung, Clipping, Inter-Sample Peaks, den Effektivwert sowie den Crest-Faktor untersucht. Bei der subjektiven Bewertung wird zudem auf Probleme in der Klangfarbe oder vorhandene Störgeräusche eingegangen.

Nach einer Auswertung aller Ergebnisse des methodischen Teils wird dann ein Fazit gezogen und die Leitfragen beantwortet. Anschließend wird mit den gewonnenen Erkenntnissen die zentrale Fragestellung dieser Arbeit diskutiert. Damit wird letztendlich geklärt, ob professionelles Mastering für digitale Veröffentlichungen durch LANDR ersetzt werden kann. Diese Arbeit soll zudem einen Ausblick auf die Perspektive der Einsatzmöglichkeiten von LANDR bzw. automatisiertem Mastering geben.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit untergliedert sich in drei größere Teile. Zunächst werden alle theoretischen Grundlagen vermittelt, welche für das Verständnis dieser Arbeit notwendig sind. Es folgt ein methodischer Teil, welcher aus einer Analyse von LANDR, aber auch einem Blindversuch im Rahmen einer Umfrage und einer technischen Analyse des Versuchsmaterials besteht. Den Schlussteil bilden eine Auswertung der gewonnenen Ergebnisse und die Beantwortung sowie Diskussion der zentralen Fragestellung und der zusätzlichen Leitfragen. Anschließend gibt die Arbeit einen kleinen Ausblick.

Im Kapitel 1 wird der wissenschaftliche Rahmen gesetzt und die Zielstellung sowie Problematik dieser Arbeit erläutert. Es wird zudem die Entscheidung für das Thema begründet.

Im Kapitel 2 werden alle theoretischen Grundlagen zur Akustik, Tontechnik und digitaler Technik geklärt, welche zum Verständnis dieser Arbeit notwendig sind.

Das Kapitel 3 klärt den Begriff Mastering und gibt einen groben Überblick über die einzelnen Mastering-Prozesse und die Voraussetzungen, welche ein Mastering-Ingenieur haben muss.

Im Kapitel 4 wird LANDR vorgestellt. Neben allgemeinen Informationen zum Dienst wird auch auf die Funktionsweise und die Preispolitik eingegangen. Es folgt zusätzlich eine Analyse der Rezensionen und Expertenmeinungen. Anschließend werden die Vor- und Nachteile von LANDR gegenüber professionellem Mastering aufgeführt.

Das Kapitel 5 beinhaltet den methodischen Teil, welcher anhand eines Blindversuchs im Rahmen einer empirischen Umfrage und einer technischen Analyse des Versuchsmaterials durchgeführt wird. Es wird der Versuchsaufbau erläutert und die Rahmenbedingungen dokumentiert. Anschließend werden die Ergebnisse des Blindversuchs und der technischen Analyse ausgewertet.

Im abschließenden Kapitel 6 wird der Rahmen dieser Arbeit mit der Beantwortung und Diskussion der Leitfragen sowie der zentralen Fragestellung geschlossen. Abschließend folgen ein Fazit sowie ein kurzer Ausblick.

2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel gibt einen groben Überblick über die theoretischen Grundlagen, welche für das Verständnis dieser Arbeit benötigt werden. Neben akustischen Grundlagen wird auch auf digitale Formate und spezielle Tools eingegangen.

2.1 Akustische Grundlagen

2.1.1 Missverständnisse zur Lautstärke

Der Begriff Lautstärke gilt als einer der verwirrendsten Begriffe der Audiotechnik. Dieser Begriff sorgt besonders in der Kommunikation der Tontechniker und Mastering-Ingenieure mit den Klienten stets für Missverständnisse. Häufig wird dieser Begriff fälschlicherweise als Synonym für die wahrgenommene Lautheit, den Schalldruckpegel¹¹ oder auch die Regler-Position der Lautsprecher verwendet.¹² Ohne eine weitere Spezifizierung ist dieser Begriff aber nichtssagend. An sich existiert der Begriff der Lautstärke nur in Verbindung mit dem Lautstärkepegel L_N und seiner Einheit Phon in der Psychoakustik. Es handelt sich dabei um eine psychoakustische Größe, welche die subjektive Lautstärkeempfindung abhängig von der Größe des Schalldruckpegels und der Frequenz des jeweiligen Tons repräsentieren soll. Bei einem Sinuston mit einer Frequenz von 1000 Hertz entspricht der Lautstärkepegel in Phon dem Schalldruckpegel in Dezibel.¹³ Diese Relation lässt sich an Isophone-Kurven darstellen.

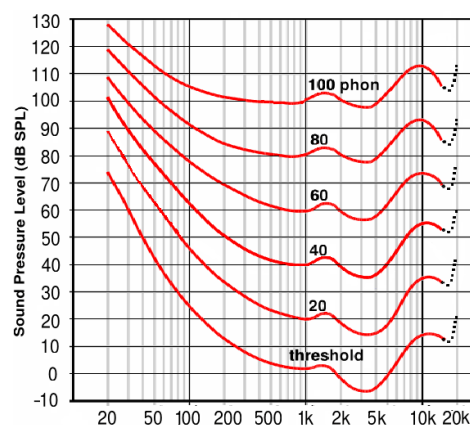


Abbildung 2 – Kurven gleichen Lautstärkepegels Isophone (ISO 226:2003). (Quelle: SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/ISO226LoudnessCurves.gif>, Zugriff: 09.06.2016)

¹¹ Siehe Kapitel 2.1.2

¹² Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 80

¹³ Vgl. SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/RechnerSonephon.htm> (Zugriff: 02.06.2016)

Beispielsweise hat ein Sinuston dieser Frequenz mit dem Schalldruckpegel von 40 dB genau 40 phon. Bei Tönen mit anderen Frequenzen wird dabei wiederum der Sinuston mit 1000 Hertz als Bezugspunkt genommen. Tiefe Frequenzen müssen einen höheren Schalldruckpegel haben, um genau so laut zu erscheinen, wie ein 1000 Hertz Ton. Der Lautstärkepegel verhält sich bei Zunahmen bzw. Absenkungen zudem nicht proportional. So entspricht eine Erhöhung um 10 phon ab dem Lautstärkepegel von 40 phon ungefähr einem doppelt so großen Lautstärkeindruck. Bei weniger als 20 phon entspricht bereits eine Erhöhung um 5 phon in etwa einer Verdopplung.¹⁴

In der Musikproduktion wird der Lautstärkepegel L_N komplett vernachlässigt, da die Größe kein komplexes Audiosignal beschreiben kann und aufgrund der individuellen subjektiven Wahrnehmung nicht aussagekräftig ist.

2.1.2 Der Begriff der Lautheit

Diese nicht proportionale Größenrelation des Lautstärkepegels führte zu der Einführung der künstlichen Größe Lautheit N mit der Einheit Sone. Dieser Begriff steht für die empfundene Lautheit und ist vom Lautstärkepegel abhängig. Dabei entsprechen 40 phon genau 1 sone.¹⁵ Eine Erhöhung um 10 phon bewirkt eine Verdopplung der Lautheit, und eine Absenkung um 10 bewirkt dementsprechend eine Halbierung der wahrgenommenen Lautheit. So sind 30 phon genau 0,5 sone, also halb so laut wie 1 sone.¹⁶

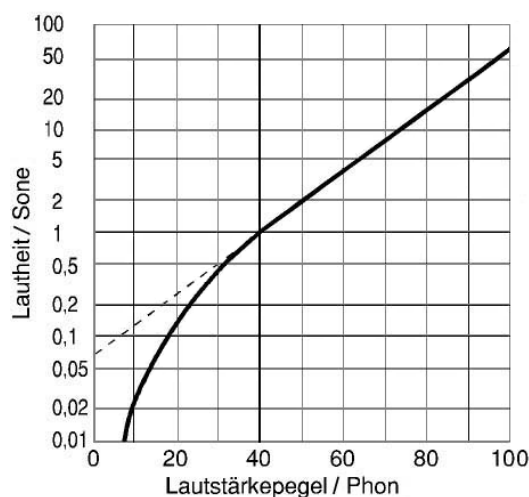


Abbildung 3 – Zusammenhang zwischen sone und phon. (Quelle: SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/SonePhonTabelle.gif>, Zugriff: 09.06.2016)

¹⁴ Vgl. SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/RechnerSonephon.htm> (Zugriff: 02.06.2016)

¹⁵ Vgl. ebd.

¹⁶ Vgl. ebd.

Die Lautheit N ist ebenfalls eine subjektive Größe. Durch die großen individuellen Schwankungen in der Wahrnehmung ist sie für die Musikproduktion nicht relevant. Es gibt zudem auch noch weitere Faktoren, die die Lautheits-Wahrnehmung beeinflussen können. Dazu zählt unter anderem auch die Ermüdung des Gehörs. Ist man einem Tonsignal über längere Zeit ausgesetzt, so wird dieses mit der Zeit leiser erscheinen. Nach einer längeren Ruhepause erscheint das Tonsignal mit dem gleichen Schalldruckpegel dann wieder lauter.

Außerdem kann auch diese Größe bei komplexen Audiosignalen nicht mehr verwendet werden. Aus diesem Grund versuchen Tontechniker und Mastering-Ingenieure diese psychoakustische Begriffe zu vermeiden und nutzen Stattdessen objektive akustische Größen, wie den Schalldruckpegel, den Effektivwert RMS, den Dynamikumfang sowie den Crest-Faktor und den Peak-Level.

2.1.3 Schalldruckpegel

Nach einem Klangereignis bringen die sich ausbreitenden Schallwellen das Trommelfell durch den Schalldruck zum Schwingen. Dabei kann das menschliche Gehör den Schalldruck p im Bereich von 0,00002 Pa (Hörschwelle) bis 20 Pa (Schmerzgrenze) verarbeiten.¹⁷ Die Empfindlichkeit dieses Bereiches ist aber nicht linear, sondern logarithmisch. Das Gehör hat für geringen Schalldruck eine stärkere Empfindlichkeit als für hohen Schalldruck. Deshalb verwendet man das Pegelmaß Schalldruckpegel L_p mit der Maßangabe Dezibel. Der Schalldruckpegel ist das 20-fache logarithmierte Verhältnis des Schalldrucks zu dem festgelegten Bezugsschalldruck p_0 , welcher der Hörschwelle entspricht. Die Formel zur Berechnung des Schalldruckpegels ist: $L_p = 20 \cdot \lg(p / p_0)$.¹⁸

Da unser Gehör verschiedene Frequenzen aber unterschiedlich stark empfindet, werden die Messungen nach speziell entwickelten Filtern korrigiert. Der A-Filter schwächt beispielsweise tiefe und hohe Frequenzen ab und wurde für kleine Schalldruckpegel konzipiert.¹⁹ Der C-Filter ist über mehrere Oktaven linear und ist für hohe Schalldruckpegel gedacht.²⁰ Zudem gibt es den B- und D-Filter, wie man an der folgenden Abbildung erkennen kann.

¹⁷ Vgl. Lärmorama (Hrsg.): http://www.laermorama.ch/m1_akustik/schallpegel_w.html (Zugriff: 03.06.2016)

¹⁸ Vgl. Dickreiter, Michael / Dittel, Volker / Hoeg, Wolfgang / Wöhr, Martin (Hrsg.): Handbuch der Tonstudio-technik, De Gruyter Saur, 2008, S. 15

¹⁹ Vgl. ebd., S. 15

²⁰ Vgl. ebd., S. 15 ff.

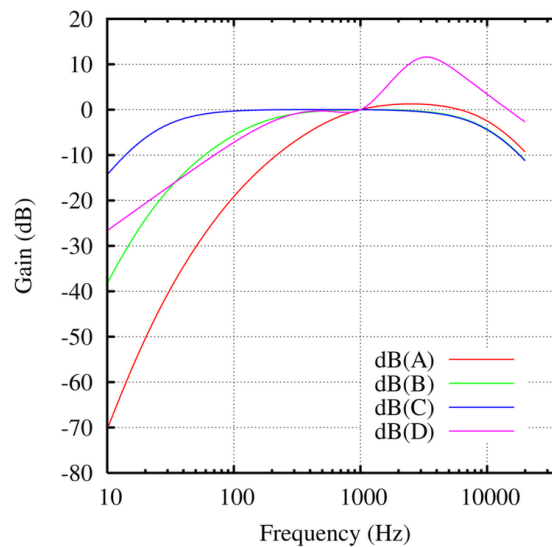


Abbildung 4 – Die Bewertungsfiter. (Quelle Delamar (Hrsg.): http://www.delamar.de/wp-content/uploads/2015/08/dezibel_faq_bewertungsfiter-750x734.png, Zugriff: 03.06.2016)

Da die mechanische Belastung des Schalldrucks auf Dauer das Trommelfell sowie das Gehörapparat strapazieren, wurden spezielle Richtlinien für eine empfohlene zulässige Einwirkungszeit für bestimmte Schalldruckpegel erstellt. Beispielsweise darf man einem Schalldruckpegel von 97 dB maximal 30 Minuten lang ausgesetzt werden.²¹ Besonders bei Kopfhörern ist oberste Vorsicht geboten, da eine Messung des Schalldruckpegels im Ohr recht schwierig ist. Ein empfohlener Abhörpegel in Mastering- und Recording-Studios ist zwischen 74 dB und 83 dB.²² Bei diesen Schalldruckpegeln verhält sich die Wahrnehmung sehr linear. Dazu wird das Abhörsystem speziell kalibriert.

Schalldruckpegel	Schalldruck	Erlaubte Einwirkungszeit
112 dB	7,96 Pa	ca. 1 min
109 dB	5,64 Pa	< 2 min
106 dB	3,99 Pa	< 4 min
103 dB	2,83 Pa	7,5 Minuten
100 dB	2,00 Pa	15 Minuten
97 dB	1,42 Pa	30 Minuten
94 dB	1,00 Pa	1 Stunde
91 dB	0,71 Pa	2 Stunden
88 dB	0,50 Pa	4 Stunden
85 dB	0,36 Pa	8 Stunden
82 dB	0,25 Pa	16 Stunden

Tabelle 1 – Erlaubte Einwirkungszeit einer Lärmbelastung, nach NIOSH-AINSI und CDC. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/ZulaessigeEinwirkungszeit.htm>, Zugriff: 05.06.2016)

²¹ Vgl. SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/ZulaessigeEinwirkungszeit.htm>. (Zugriff: 05.06.2016)

²² Vgl. SoundOnSound (Hrsg.): <https://www.soundonsound.com/sos/may14/articles/reference-monitoring.htm> (Zugriff: 05.06.2016)

2.1.4 Spitzenpegel und Effektivwert

Der Spitzenpegel (auch als Peak-Wert bekannt) ist der höchste gemessene Pegel in einem bestimmten Zeitraum. Da sich diese Arbeit nur mit digitalen Tonträgern befasst, wird der Begriff nur im Zusammenhang mit der digitalen Aussteuerung dB FS auf die gesamte Dauer des Musikstückes verwendet. Der Peak-Wert steht im Zusammenhang mit der größten Amplitude des Audiosignals. Die Polarität des Signals wird bei der Abschätzung der Lautheit vom Ohr ignoriert.²³ Deshalb werden bei Peak-Wert-Messungen die negativen Amplitudenwerte zu positiven, absoluten Werten korrigiert. Ein Spitzenpegel kann also auch durch eine negative Amplitude verursacht werden. Die maximale Aussteuerung ist 0 dB FS und die minimale ist minus unendlich. Bei 0 dB FS tritt Clipping auf. Alle Signale, welche über 0 dB FS hinaussteuern, werden gequetscht und abgeschnitten. Dabei entsteht eine Verzerrung des Klanges.²⁴

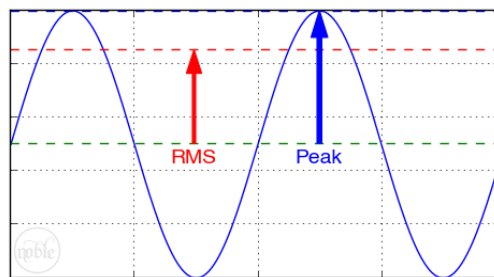


Abbildung 5 – Gegenüberstellung von Peak und RMS. (Quelle: Noble Amplifier Company (Hrsg.): <http://nobleamps.com/img/PeakvsRMS.png>, Zugriff: 04.06.2016)

Da die Peaks nur kurzfristig auftreten, und der Mensch die Lautheit in Abhängigkeit von der Dauer eines Signals bewertet, wird zur Beurteilung der Lautheit auch der Durchschnittspegel betrachtet. Dieser kommt unserer Hörempfindung wesentlich näher.²⁵ Der Wert des Durchschnittspegels hängt dabei von der Methode der Durchschnittsbildung ab. In dieser Arbeit wird der RMS-Mittelwert bzw. der Effektivwert verwendet. Es ist der quadratische Mittelwert einer von der Zeit abhängigen Größe. Dieser Effektivwert entspricht dem wahren Energiepegel eines Signals und wird durch das Ziehen der Quadratwurzel des Quotienten aus der Summe der Quadrate aller gemessenen Werte und der Anzahl der Messungen gebildet. Der RMS-Wert bewegt sich dabei zwischen minus unendlich und dem Peak-Wert.

²³ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 84

²⁴ Vgl. Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/faq/dezibel-db-dbf-dba-30138/> (Zugriff: 06.06.2016)

²⁵ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 80

Es gibt auch neuere Methoden für eine genauere Lautheitsbestimmung, wie die gewichtete Methode nach dem ITU-R BS.1770-3 Standard, welche für den Rundfunk konzipiert wurde.²⁶ Die Angabe erfolgt in Loudness Units LU, welche mit RMS-Werten vergleichbar sind, jedoch näher dem tatsächlichen Lautheitsempfinden entsprechen.

2.1.5 Dynamikumfang und Crest-Faktor

Unter dem Dynamikumfang eines Musikstückes versteht man bei digitalen Tonträgern die Differenz zwischen der leisesten Stelle über dem Grundrauschen und dem Peak-Level. Der Dynamikumfang wird ebenfalls mit der relativen Einheit Dezibel angegeben. Er kann bei digitalen Tonträgern theoretisch zwischen 0 dB (konstante Verzerrung oder totale Stille) und 96 dB bei 16 Bit Formaten bzw. 144 dB bei 24 Bit Tonträger liegen.²⁷ In der Regel ist der Dynamikumfang eines Musikstückes aber nicht höher als 20 dB, wobei 14 dB als sehr dynamisch, 10 dB als durchschnittlich und unter 8 dB als zu gering gilt.²⁸ Elektronische Tanzmusik oder Metal haben häufig einen eher geringen Dynamikumfang. Sehr dynamisch sind hingegen Aufnahmen akustischer Musik.

Seit den 90er Jahren gibt es in der Musikindustrie eine kontroverse Tendenz, die Tonträger mit einer sehr hohen Lautheit zu veröffentlichen. Das wird einerseits gemacht, um mit der Konkurrenz mithalten und andererseits, weil lautere Musik psychoakustisch wohlklingender wahrgenommen wird.²⁹ Dieser Trend wird in der Fachsprache Loudness war oder zu Deutsch Lautheitskrieg genannt. Die Erhöhung der Lautheit wird durch Kompression erreicht. Dabei werden leise Passagen in der Lautheit angehoben und laute Passagen leiser gemacht. Anschließend wird das gequetschte Signal wieder voll ausgesteuert, womit es im Durchschnitt lauter wird. Der dabei entstehende Dynamikverlust und die Verzerrung (Clipping³⁰) haben jedoch nur negative Effekte auf das Hörerlebnis. Laute Passagen verlieren ihre Dramatik, da sie sich durch Kompression weniger von den leisen Passagen abheben können und zudem ermüdet durch die Verzerrung das Gehör wesentlich schneller. Da viele Musikplayer inzwischen Funktionen haben, die die Lautheit automatisch angleichen, wird zunehmend der Lautheitsvorteil aufgehoben.³¹

²⁶ Vgl. International Telecommunication Union (Hrsg.): https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-3-201208-S!!PDF-E.pdf (Zugriff: 19.06.2016)

²⁷ Vgl. Home Studio Corner (Hrsg.): <http://www.homestudiocorner.com/24-bit-vs-16-bit/> (Zugriff: 06.06.2016)

²⁸ Vgl. Dynamic Range Database (Hrsg.): <http://dr.loudness-war.info/> (Zugriff: 06.06.2016)

²⁹ Vgl. eContact! (Hrsg.): http://econtact.ca/9_4/blesses.html (Zugriff: 06.06.2016)

³⁰ Vgl. Kapitel 2.1.4

³¹ Ein Beispiel für so eine Funktion ist Sound Check von iTunes.

Ein Beispiel für diese Tendenz stellen die Releases der global erfolgreichen Band Red Hot Chili Peppers dar. Ihre Veröffentlichungen wurden ab 1995 wesentlich lauter und haben immer mehr an Dynamik verloren.³² Im Jahr 1999 veröffentlichte die Band das Album *Californication*, welches enorme Verzerrungen und fast gar keine Dynamik aufwies.³³ Das Album erntete für diese Tonqualität heftige Kritik und wurde ein Exempel des Lautheitskrieges. Eine ähnliche Tendenz lässt sich auch bei Bands wie Metallica, The Rolling Stones, AC/DC, U2, Radiohead, Depeche Mode und Künstlern wie Madonna und Michael Jackson beobachten.³⁴



Abbildung 6 – Loudness war: The Beloved – Sweet Harmony (1992) vs. Jamiroquai – Cosmic Girl (1996).
(Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Die Differenz vom RMS-Pegel und Peak-Wert wird Crest-Faktor bzw. Peak-to-RMS-Verhältnis genannt.³⁵ Wenn eine laute Passage einen RMS-Wert von 15 dB hat und der momentane Peak bei 3 dB liegt, dann hat die Stelle einen Crest-Faktor von 12 dB. Dieser Wert sagt im Prinzip aus, wie dramatisch sich die Peaks von dem durchschnittlichen Pegel abheben. Ein hoher Crest-Faktor ist besonders für Schlagzeug oder Percussion-Instrumente vom Vorteil. Nur so können sich diese in der Komposition durchsetzen. In der Regel ist der Crest-Faktor nicht höher als 20 dB. Je geringer der Dynamikumfang eines Musikstückes ist, desto kleiner wird auch der Crest-Faktor. In der Regel erkennt man überkomprimiertes Signal auch anhand der Waveform³⁶.

³² Vgl. Dynamic Range Database (Hrsg.):

<http://dr.loudness-war.info/album/list/year?artist=Red+Hot+Chili+Peppers> (Zugriff: 07.06.2016)

³³ Vgl. Dynamic Range Database (Hrsg.): <http://dr.loudness-war.info/album/view/83434> (Zugriff: 07.06.2016)

³⁴ Vgl. Mit den jeweiligen Künstlerseiten auf: <http://dr.loudness-war.info/> (Zugriff: 06.06.2016)

³⁵ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): *Mastering Audio*, GC Carstensen, 2007, S. 80

³⁶ Grafische Darstellung aller Schwingungen des Audiosignals.

2.1.6 Dateiformate und ihre digitale Aussteuerung

Seit der digitalen Revolution gibt es die Möglichkeit Audiomaterial in einer Datei zu speichern. In diesen Audiodateien werden alle Schwingungen des Audiosignals beschrieben. Grafisch können diese Schwingungen als Waveform dargestellt werden. Bei der Aufzeichnung wird das Ausgangsmaterial (Sample) mit einer vorbestimmten Abtastrate bzw. Samplerate abgetastet. Die Abtastrate bestimmt, wie oft eine Messung pro Sekunde erfolgt. Je höher die Abtastrate, desto exakter wird das Ausgangsmaterial erfasst. Übliche Abtastraten sind 44,1 kHz oder 48,0 kHz, wobei ein Kilohertz tausend Abtastungen pro Sekunde entspricht. Es gibt zwar auch höhere Abtastraten, wie zum Beispiel 92 kHz oder 192 kHz, doch können diese vom menschlichen Gehör nicht von 48 kHz unterschieden werden. Deshalb sind solch hohe Abtastraten praktisch überflüssig.³⁷

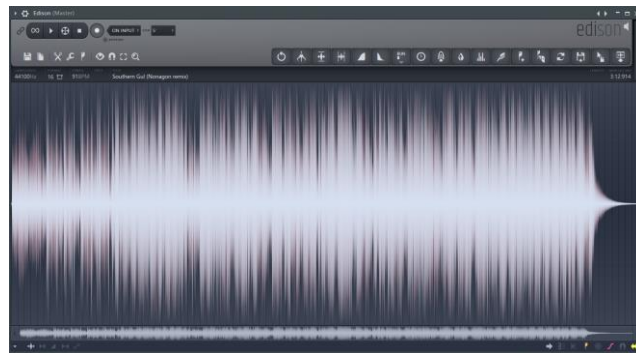


Abbildung 7 – Screenshot einer Waveform. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Wie viel Dynamikumfang eine Datei maximal haben kann, hängt dabei von der Auflösung bzw. Samplingtiefe der Datei ab. Je höher diese Auflösung ist, desto feiner sind die Abstufungen der Messwerte. So gibt es bei einer 16 Bit Datei 32.768 mögliche Messwerte (inklusive 0) im positiven- und 32.768 im negativen Amplitudenbereich.³⁸ Das entspricht in etwa einem theoretisch maximalen Dynamikumfang von 96 dB, wobei 0 dB FS die maximale Aussteuerung und -96 dB FS der leiseste mögliche Wert ist.³⁹ Eine 24 Bit Datei hat hingegen insgesamt 16.777.216 mögliche Abstufungen und einen theoretisch maximalen Dynamikumfang von 144 dB.⁴⁰

³⁷ Vgl. Xiph.Org Foundation (Hrsg.): <https://xiph.org/~xiphmont/demo/neil-young.html> (Zugriff: 07.06.2016)

³⁸ Vgl. Home Studio Corner (Hrsg.): <http://www.homestudiocorner.com/24-bit-vs-16-bit/> (Zugriff: 07.06.2016)

³⁹ Vgl. ebd.

⁴⁰ Vgl. ebd.

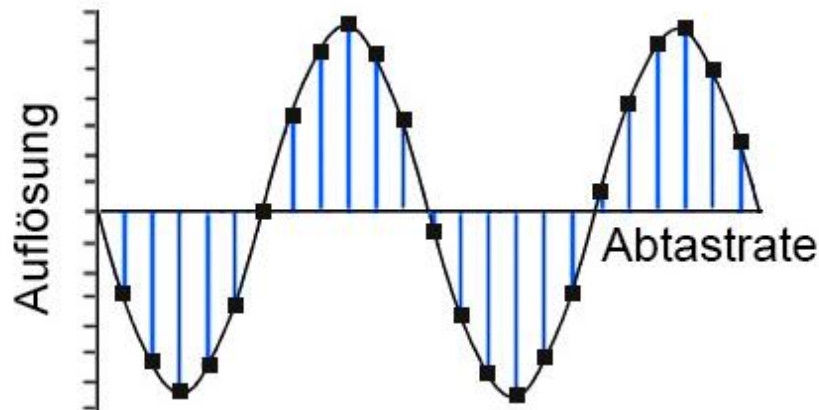


Abbildung 8 – Auflösung und Abtastrate. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Da die Musik größtenteils in Stereo gemischt wird, haben Audioformate in der Regel zwei Spuren – eine für den linken und eine für den rechten Kanal. Es gibt zwar mehrspurige Formate mit 6 Spuren (5.1 Dateien), doch werden in dieser Arbeit nicht betrachtet.

Das momentan gängigste und am meisten verbreitete Audioformat ist das verlustbehaftete MPEG1-Audio Layer III Format, welches weitläufiger unter der Abkürzung MP3 bekannt ist. Das Format wurde nach einem standardisierten Komprimierungsverfahren speziell für Audio-Streaming entwickelt. Alle Frequenzen, welche vom menschlichen Gehör nicht erfasst werden können, werden beim Komprimierungsverfahren weggeschnitten. Das Signal wird zudem speziell codiert. Aus diesem Grund bedarf es bei der Wiedergabe eines speziellen MP3-Codecs. Die enorme Reduktion der Datengröße und die dennoch verhältnismäßig gute Qualität führten dazu, dass sich das Format seit den späten 90er Jahren als das beliebteste Audioformat bei Konsumenten etabliert hat – besonders aufgrund der Mobilität mit MP3-Playern und den damals noch langsamen Internetverbindungen.

Bei der Erstellung einer MP3-Datei gibt es die Möglichkeit die Bitrate auszuwählen. Diese bestimmt die Datenmenge, welche in einer bestimmten Zeit ausgegeben wird. Das MPEG1-Audio Layer III Format kann eine Bitrate zwischen 32 und 320 Kilobit pro Sekunde (kurz kbit/s oder kbps) haben, wobei 192 kbit/s und weniger inzwischen als niedrig aufgelöst gilt.⁴¹ Je größer die Bitrate ist, desto näher kommt die Qualität dem unkomprimierten Audiosignal. Für ein gutes Hörerlebnis werden mindestens 256 kbit/s empfohlen. MP3-Dateien haben eine Auflösung von 16 Bit.⁴²

⁴¹ Vgl. MPEGEdit (Hrsg.): http://mpgedit.org/mpgedit/mpeg_format/MP3Format.html (Zugriff: 08.06.2016)

⁴² Vgl. IETF Tools (Hrsg.): <https://tools.ietf.org/html/rfc3003> (Zugriff: 08.06.2016)

Das am meisten verbreitete verlustfreie Format, ist das Waveform Audio File Format, oder kurz WAV. Es ist ein nicht komprimiertes Containerformat, welches auf dem Resource Interchange File Format (RIFF) von Windows aufbaut.⁴³ Es ist das Format, mit welchem eine Audio-CD größtenteils beschrieben wird. Die Qualität einer WAV-Datei wird durch die Samplingtiefe und die Abtastrate bestimmt. Eine übliche Audio-CD hat eine Samplingtiefe von 16 Bit mit einer Abtastrate von 44,1 kHz. Es sind aber auch Auflösungen von 24 Bit / 32 Bit und Abtastraten von 48- / 96- / 192 kHz möglich.⁴⁴

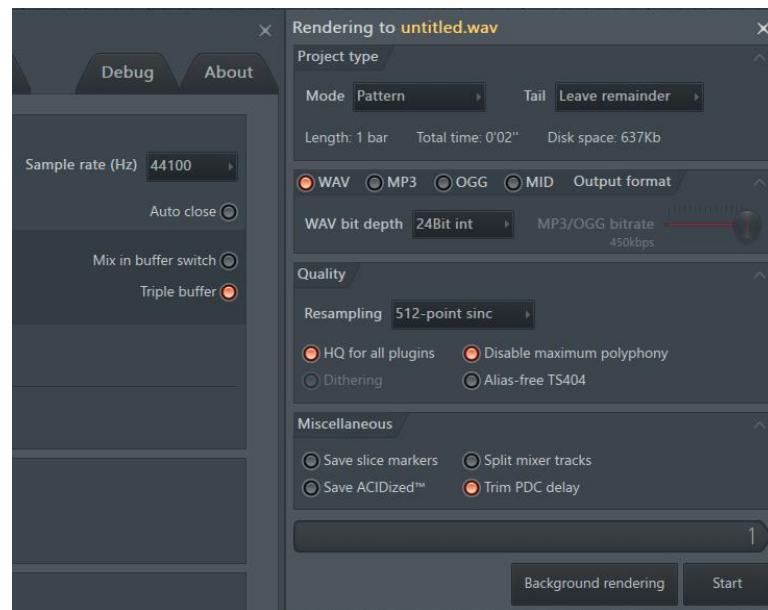


Abbildung 9 – Screenshot der Exporteinstellungen bei FL-Studio 12. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

In der Musikproduktion hat sich WAV als das gängigste Audioformat etabliert. Besonders die verlustfreie Qualität und das problemlose Abspielen auf fast allen Endgeräten, macht es zu einem der wichtigsten Formate in der Musikindustrie. Auch beim Mastering sollten ausschließlich verlustfreie Formate verwendet – größtenteils empfohlen ist das WAV.

Ein Äquivalent zum WAV-Format in einer Macintosh-Umgebung ist das Audio Interchange File Format, oder kurz AIFF. Es ist ebenfalls ein Verlust- und Datenkompressions-freies Containerformat und hat in den letzten Jahren aufgrund der Steigenden Popularität von Apple Produkten enorm an Bedeutung gewonnen. Alle Mastering-Studios akzeptieren deshalb auch AIFF-Formate.⁴⁵

⁴³ Vgl. IETF Tools (Hrsg.): <https://tools.ietf.org/html/rfc2361> (Zugriff: 08.06.2016)

⁴⁴ Vgl. Presonus (Hrsg.): <http://www.presonus.com/news/articles/sample-rate-and-bit-depth> (Zugriff: 08.06.2016)

⁴⁵ Vgl. ITWissen (Hrsg.): <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/audio-interchange-file-format-AIFF-AIFF-Dateiformat.html> (Zugriff: 08.06.2016)

2.1.7 Das Metering

Um die Spitzenpegel und die RMS-Werte eines Musikstückes zu bestimmen, benötigt man spezielle Mess- bzw. Metering-Tools. Diese gibt es in sehr unterschiedlichen Ausführungen und häufig mit unterschiedlichen Messmethoden. In dieser Arbeit betrachten wir nur digitales Metering.

Die Spitzenpegelanzeigen bzw. Peak-Level-Meter zeigen die maximale Aussteuerung des Signals an. Sie messen alle Samplewerte des Signals und ermitteln den höchsten gemessenen Wert. Das Problem an billigen Spitzenpegelanzeigen ist es, dass sie die wahren Amplituden, die sich zwischen den Abtastungen verbergen können, vernachlässigen. Diese werden erst nach einer Abtastratenänderung (z.B. bei einer Umwandlung in ein anderes Format) oder einer Konvertierung zum Analogen Signal durch D/A-Wandler (zum Beispiel bei der Wiedergabe durch eine Soundkarte) bemerkbar. Um dabei diesen sogenannten True-Peak-Level zu bestimmen, müsste die Abtastrate theoretisch unendlich groß sein und dem analogen Signal entsprechen. Da es aber nicht praktikabel ist, wurde das Oversampling-Verfahren entwickelt. Das Metering-Tool rekonstruiert das Signal mit einem n-fachen Faktor und kommt somit dem wahren Pegel wesentlich näher. In der Regel ist ein Faktor zwischen 4 und 8 ausreichend. Diese True-Peaks werden auch Inter-Sample Peaks genannt.

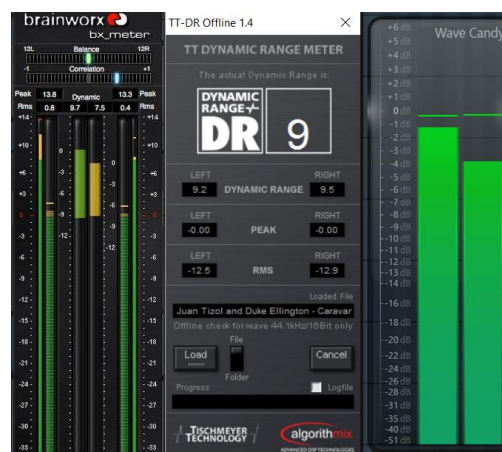


Abbildung 10 – Screenshot verschiedener Meter: bx_meter (zuverlässig), TT Dynamic Range Meter (zuverlässig), Wave Candy (billig / schlecht). (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Um die RMS-Werte eines komplexen Signals (Musik) zu messen, benötigt man einen True-RMS-Meter. Nur diese können den Effektivwert auch an anderen Signalen als Sinuswellen korrekt bestimmen. Die Methode der Messung mittels der True-RMS-Meter ist sehr komplex und würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Eine zuverlässige Anzeige bietet der TT Dynamic Range Meter des Unternehmens algorithmix.

Um gegen die Tendenz des Lautheitskrieges vorzugehen, hat Bob Katz das K-Metering-System eingeführt. Bei diesem sollen 0 dB einem kalibrierten Monitor-Ausgangspegel von 85 dB SPL entsprechen. Der rote Bereich der Anzeige über +4 dB ist jeweils für die lauterer Passagen über 88-90 dB SPL vorgesehen. Beispielsweise für fortissimo- und fortetissimo Passagen klassischer Musik. Die Skala sollte zudem für mindestens 24 dB linear sein. Bei dem K-System gibt es insgesamt drei Standards.⁴⁶ Dazu zählen:

- K-12 – ein Standard, welches für das Radio und das Fernsehen konzipiert ist und einen Headroom (Aussteuerungsreserve) von 12 dB FS hat.
- K-14 – ein für kommerzielle Musik konzipierter Standard, welcher einen Headroom von 14 dB FS hat.
- K-20 – ein für sehr dynamische Musik (zB. Orchesterale Musik) konzipierter Standard mit einem Headroom von 20 dB FS.



Abbildung 11 – Screenshot: FabFilter Pro-L Limiter mit einer K-Metering Anzeige. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Eine gute Integration des K-Metering-Systems hat der Limiter Pro-L von Fabfilter. Dieser zeigt die durchschnittlichen RMS-Werte mit einer Linie an und bietet die Auswahl zwischen den drei Standards. Die RMS-Werte sollen sich bei lauten Passagen im gelben- und nur bei sehr lauten Passagen im roten Bereich befinden. Zudem bietet der Limiter die Funktion der True-Peak-Level-Anzeige mittels 4-fachem Oversampling an – dafür gibt es den Button ISP.

⁴⁶ Vgl. Audio Engineering Society (Hrsg.): <http://www.aes.org/technical/documentDownloads.cfm?docID=65> (Zugriff: 09.06.2016)

Zur genaueren Inspektion des Dynamikumfangs gibt es auch moderne Metering-Plugins, welche die Dynamik des Signals in Abhängigkeit von der Zeit grafisch darstellen. Ein sehr zuverlässiges und anschauliches Metering-Plugin ist Dynameter von MeterPlugs, welches auf Grundlage der Loudness Unit Methode des ITU-R BS.1770-3 Standards funktioniert. Es zeigt die sogenannte Peak to short term loudness Ratio (kurz PSR) an – also die Differenz des momentanen Peak-Levels und der Lautheit in Loudness Units. Die Anzeige erfolgt dabei folgendermaßen:

- Sehr dynamische Passagen: lila, blau
- Dynamische Passagen: grün, gelb (Grenzwert für empfohlene Dynamik)
- Passagen mit geringer Dynamik: orange, rot, braun, grau

Durch das Setzen von speziellen Voreinstellungen kann zudem die empfohlene Dynamik für verschiedene Medien wie Spotify, YouTube, iTunes oder den Rundfunk angezeigt werden. Diese haben eine integrierte Signalkette, welche die Lautheit automatisch anpasst. Dabei wird zu lautes (komprimiertes) Signal heruntergepegelt und zu leises (sehr dynamisches) Material verstärkt und mit einem Brick-Wall-Limiter bearbeitet, wodurch Verzerrungen entstehen können. Aus diesem Grund sollte die für das Medium empfohlene Dynamik optimaler Weise nicht unter- aber auch nicht überschritten werden.



Abbildung 12 – Screenshot: Verschiedene Messungen mit Dynameter - links: Michael Jackson – Billy Jean (sehr dynamisch), Mitte: Kylie Minogue - Can't Get You Out Of My Head (stellenweise dynamisch, sonst ausreichend), rechts: U2 - Vertigo (überkomprimiert, sehr schlecht). (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

2.2 Tontechnische Grundlagen

2.2.1 Monitorsysteme

Beim Mastering geht es darum, subjektive Bewertungen so objektiv wie möglich zu machen. Dafür benötigt ein Mastering-Ingenieur präzise, hochaufgelöste und möglichst Frequenz-neutrale Lautsprechersysteme.⁴⁷ Diese werden in der Tontechnik als Studiomonitore oder Abhörmonitore bezeichnet. Die Monitor-Lautsprecher müssen ein möglichst breites Frequenzspektrum wiedergeben können und dabei bis 2000 Hz auch weitestgehend linear sein.⁴⁸ Das heißt, dass sie den Klang aller Frequenzen so wenig wie möglich verfälschen dürfen. Ein Beispiel für eine Klangverfälschung stellen Hi-Fi-Systeme im Consumer-Bereich dar. Diese heben häufig die Bässe und die Höhen an, um einen druckvolleren und lautereren Klang zu erzielen. Da jedes Lautsprechersystem unterschiedliche Klangeigenschaften hat, ist es sehr schwierig das Musikstück für alle Abspielsituationen zu optimieren. Ein Master mit stark angehobenen Höhen wird auf einem kleinen System, welches ohnehin sehr überbetonte Höhen hat, sehr schrill und scharf klingen. Ist ein Master hingegen sehr basslastig, wird es auf großen Systemen mit starken Subwoofern eher dumpf und dröhnend klingen. Den besten Kompromiss erzielt man dabei mit einem sehr linearen und präzisen System. Wie linear ein Monitor-Lautsprecher ist, erkennt man an seinem Frequenzgang-Graphen. Recht beliebte und erschwingliche Studiomonitore sind beispielsweise die aktiven 2-Wege Nahfeld Monitore Yamaha HS8. Diese sind zwischen 50 Hz und 20 kHz weitestgehend linear.

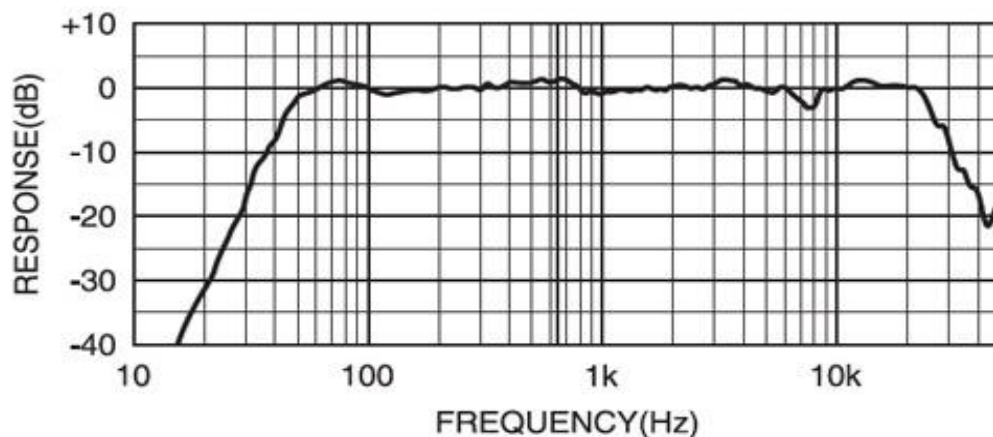


Abbildung 13 – Frequenzgang eines Yamaha HS8 Monitors. (Quelle: Kosmic (Hrsg.): <http://www.kosmic.com.au/>, Zugriff: 09.06.2016)

⁴⁷ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 101

⁴⁸ Vgl. ebd. S. 102

Renommierete Mastering-Studios haben größtenteils sehr teures und hochwertiges Equipment. Dieses bietet noch mehr Linearität bei einem breiteren Frequenzgang. Das Monitoring-System soll dem Mastering-Ingenieur aber in erster Linie bestens vertraut sein, da er nur so beurteilen kann, wie sich das Audiomaterial in reale Abhörbedingungen übersetzen lässt. Entscheidend sind zudem die Positionierung der Abhörmonitore, sowie die akustischen Begebenheiten des Mastering-Raumes, da diese einen sehr großen Einfluss auf den Klang haben. Die Einrichtung eines Mastering-Studios muss deshalb nach speziellen Vorgaben und Richtlinien erfolgen.



Abbildung 14 – Room 7 in den Abbey Road Studios mit PMC MB2-S-XBD-A Lautsprechern. (Quelle: Abbey Road Studios (Hrsg.): <http://admin.abbeyroad.com/Content/media/mastering-rooms//130887571298484508.jpg>, Zugriff: 13.06.2016)

Eine weitere Stütze beim Mastering sind die Kopfhörer. Diese können besonders die Raumabbildung, sowie Positionierung der Instrumente im Stereofeld erkennbar machen und eine Auskunft darüber geben, wie das Master auf Kopfhörern klingen wird.⁴⁹ Auch die Kopfhörer müssen dabei so präzise und linear wie möglich sein. Bei der Verwendung von Kopfhörern ist aber äußerste Vorsicht geboten, da diese verschiedene Probleme, welche bei der Überlappung von Schallwellen entstehen können, nicht aufzeigen können.⁵⁰ Ein Beispiel für ein solches Problem ist eine phasenbedingte Schallauslöschung, welche beim Zusammentreffen von positiven und negativen Amplituden entsteht. Zudem können Kopfhörer besonders die tiefen Oktaven bauartbedingt nicht exakt wiedergeben.⁵¹ Führende Hersteller von hochwertigen und beliebten Studio Kopfhörern sind AKG, Beyerdynamic und Fostex.

⁴⁹ Vgl. Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/musikproduktion/abmischen-im-kopfoerer-1815/> (Zugriff: 13.06.2016)

⁵⁰ Vgl. ebd.

⁵¹ Vgl. ebd.



Abbildung 15 – Beyerdynamic DT-770 Pro 250 Ohm - sehr beliebte Studio-Kopfhörer. (Quelle: Thomann (Hrsg.): https://thumbs4.static-thomann.de/thumb/bdbmagic/pics/bdb/106864/9154081_800.jpg, Zugriff: 20.06.2016)

Um ein sehr lineares Abhörsystem einzurichten, ist eine akustische Optimierung des Raumes sowie das Verwenden von sehr hochwertigem Equipment nicht ausreichend. Aus diesem Grund wurden spezielle Kalibrierungsverfahren entwickelt, bei welchen die Wiedergabe der Lautsprecher sowie Kopfhörer mit Equalizern angepasst wird. Dabei wird der Equalizer invertiert zum Frequenzgang eingestellt, wodurch der resultierende Frequenzgang sehr linear wird. Es gibt inzwischen sehr erschwingliche Plugins, welche bei der Kalibrierung eine große Hilfestellung leisten und das Kalibrieren sehr einfach gestalten. Ein Beispiel für ein solches Plugin ist Sonarworks Reference 3.⁵² Durch bereits vorhandene Frequenzgang-Profile ist es besonders für Kopfhörer einfach. Beim Kalibrieren der Monitor-Lautsprecher wird jedoch ein spezielles Mikrofon benötigt.

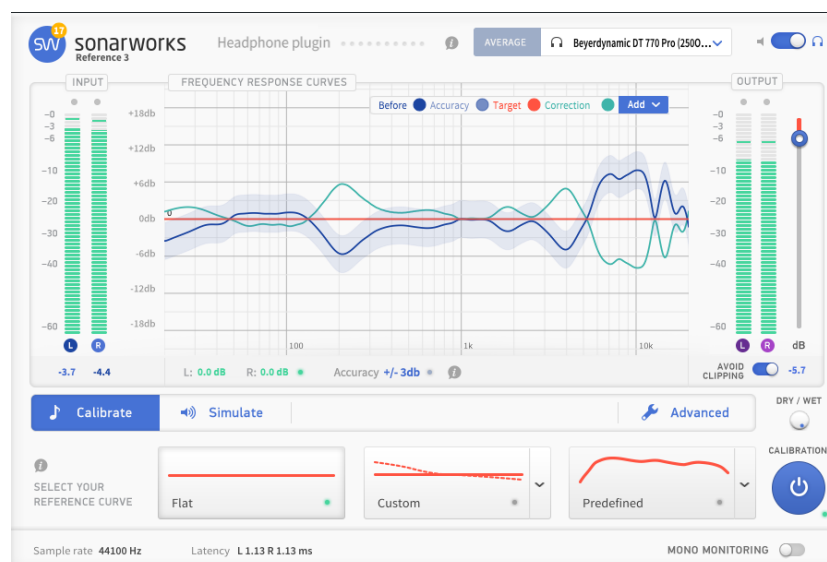


Abbildung 16 – Screenshot: Sonarworks Reference 3 Kalibrierungs-Tool Interface. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

⁵² Sonarworks Reference 3 ist ein Kalibrierungsplugin, siehe: <http://sonarworks.com/>

2.2.2 Digital Audio Workstation

Eine Digital Audio Workstation (kurz DAW) ist ein Musikprogramm, welches für alle Schritte der Musikproduktion notwendige Werkzeuge liefert. So kann man in einer DAW Audio aufnehmen und editieren, die Musik an sich komponieren, aber auch das Mixing sowie Mastering durchführen und abschließend die Musik als Datei exportieren. Eine DAW ist heutzutage nicht mehr aus Mastering-Studios wegzudenken. Durch den Einsatz von DAWs sind Mastering-Ingenieure viel flexibler und können ihre Projekte wesentlich effizienter verwalten und bearbeiten. Zwar ermöglicht eine DAW einen vollwertigen Workflow in der Software selbst, kann diese aber auch zusammen mit analogem Equipment verwendet werden. Das kann man durch spezielles Routing der Ein- und Ausgänge und das Nutzen dedizierter Soundkarten machen. Dabei wird das ausgehende Signal, welches eine Hardware-Signalkette durchläuft, wieder in die Soundkarte und somit DAW eingeschleift.

Alle DAWs verfügen über einen integrierten Mixer, welcher zusätzlich mit Effekten wie Equalizern, Kompressoren, Reverbs oder Delays bestückt werden kann. Die Funktionalität einer DAW kann zudem mit externen VST-Plugins erweitert werden. Viele Mastering-Ingenieure mastern ausschließlich mit der Software und nutzen das analoge Equipment nur ergänzend in speziellen Fällen. Es gibt inzwischen eine sehr breite Auswahl an hochwertigen DAWs. Die populärsten unter Mastering-Ingenieuren sind Avid Pro Tools, Apple Logic Pro X und Magix Sequoia. Diese eignen sich hervorragend, um ganze Alben zu mastern, und unterscheiden sich prinzipiell nur in der Handhabung und den im Paket vorhandenen Plugins.



Abbildung 17 – Avid Pro Tools 12 Interface. (Quelle: Avid (Hrsg.): https://apps.avid.com/ecom/Graphics/PT12_UI.jpg, Zugriff: 14.06.2016)

2.2.3 VST-Plugins

Das Unternehmen Steinberg Media Technologies entwickelte im Jahre 1996 das Software-Protokoll Virtual Studio Technology (abgekürzt VST), welches das Nutzen einer nativen Echtzeit-Studioumgebung mit verschiedenen Effekten im Computer möglich machte.⁵³ Es wurde ursprünglich für das hauseigene Sequenzer-Programm Cubase konzipiert, wurde aber bereits ein Jahr später zum Industriestandard für Effekt- und Instrument-Plugins.⁵⁴ Die gängigsten Audioprogramme sind nach wie vor mit dem VST-Protokoll ausgestattet, welches es bereits in der dritten Version (VST3) gibt.

Als Instrumenten werden VST-Plugins bezeichnet, welche zur virtuellen Klangerzeugung dienen. Dabei gibt es Simulationen realer akustischer Instrumente, wie des Klaviers oder einer Gitarre, aber auch digitale Synthesizer, welche mittels verschiedenster Methoden synthetische Klänge erzeugen. VST-Plugins welche Audiosignale manipulieren, werden als Effekte bezeichnet. Die meisten DAWs ermöglichen eine Bestückung eines Audiokanals mit mehreren Effekt-Plugins, womit eine ganze Signalkette auf einem Kanal realisierbar ist. Der Klang kann somit beliebig modifiziert und verändert werden. Zu den bekanntesten Arten von Effekten, welche beim Mastering eine Rolle spielen, zählen:

- Reverberation- und Halleffekte für Raum- und Echosimulation
- Verzögerungseffekte wie das Delay
- Parametrische Equalizer und Filter-Effekte
- Kompressoren, Multibandkompressoren und Limiter
- Noise-Gates und Expander
- Effekte zur Tonhöhenkorrektur
- Effekte zur Stereoverarbeitung



Abbildung 18 – Screenshot: Beispiel-Signalkette für eine Audiospur. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

⁵³ Vgl. Steinberg Media Technologies (Hrsg.): <http://www.steinberg.net/de/company/aboutsteinberg.html> (Zugriff: 15.06.2016)

⁵⁴ Vgl. ebd.

2.2.4 Equalizer

Equalizer bzw. Filter sind mitunter das wichtigste Tool beim Mixing sowie Mastering. Mit Equalizern können die Pegel verschiedener Frequenzbereiche unabhängig voneinander geregelt werden. Dabei sind Frequenzanhebungen oder auch –Absenkungen möglich. Dadurch können Veränderungen am Klangbild der Audiospur vorgenommen werden oder auch Probleme in bestimmten Frequenzbereichen beseitigt werden.

Equalizer werden in zwei Arten unterschieden, nämlich die parametrischen und die grafischen Equalizer. Bei parametrischen Equalizern kann für einen oder mehrere Frequenzbänder die Mittenfrequenz (betroffene Frequenz), die Amplitudenänderung (Gain) in Dezibel, sowie die Filtergüte Q (Flankensteilheit) eingestellt werden. Die Filtergüte Q bestimmt wie steil der Einschnitt, bzw. die Anhebung der betroffenen Frequenz ist. Je höher die Filtergüte Q ist, desto steiler und schmaler wird der Eingriff. Je niedriger die Filtergüte ist, desto breiter wird der Eingriff.

Ein parametrischer Equalizer untergliedert sich zudem in verschiedene Filter-Typen, welche das Verhalten des Equalizers bestimmen. Die gängigsten Filter-Typen sind:

- Tiefpass (High-Cut) / Hochpass (Low-Cut) – schneiden ab einer bestimmten Frequenz alles ab
- Bell (Glocke) – heben / senken den Bereich um die Mittenfrequenz
- Notch – schneidet um die Mittenfrequenz alles weg
- High Shelf / Low Shelf – heben / senken ab einer bestimmten Frequenz



Abbildung 19 – Screenshot: Low Shelf, Bell mit hohem Q, Notch, Bell mit niedrigem Q, High Cut. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Die grafischen Equalizer (auch als Festfrequenz-Equalizer bekannt) verzichten hingegen auf fast alle Parameter. Sie bieten in der Regel 30 Bänder mit einer fixen Frequenz und Flankensteilheit und haben nur die Möglichkeit die Verstärkung (Gain) für jedes Band separat auszuwählen. Durch die fixierte Flankensteilheit und Frequenz können grafische Equalizer aber Phasen- bzw. Resonanzprobleme verursachen. Aus diesem Grund werden sie bei der Musikproduktion und besonders beim Mastering gemieden.⁵⁵

Genutzt werden die grafischen Equalizer beispielsweise im Live-Show-Segment an Front-Of-House-Mischpulten. Die Tontechniker müssen schnell reagieren und eine gute Visualisierung der Frequenzmanipulation haben. Aufgrund der Einfachheit bieten sich dafür die grafischen Equalizer optimal an.⁵⁶



Abbildung 20 – Klark Teknik DN360 grafischer Equalizer. (Quelle: Thomann (Hrsg.): <https://bdb2.thomann.de/thumb/bdb2500/pics/bdbo/8653901.jpg>, Zugriff: 15.06.2016)

Equalizer, die dauerhafte Veränderungen im Frequenzgang vornehmen werden als statische Equalizer bezeichnet.⁵⁷ Zu diesen zählen beispielsweise die in den oberen Bildern aufgezeigten Beispiele. Sie haben den Vorteil, dass sie recht einfach zu bedienen sind und eine einheitliche Klangverfärbung für alle eingehenden Signale gewährleisten. Falls die Equalizer in Abhängigkeit vom eingehenden Signal arbeiten, werden sie als dynamische Equalizer bezeichnet. Diese funktionieren, wie auch die Kompressoren, erst nach dem ein gewisser Threshold über- beziehungsweise unterschritten wird.⁵⁸ Das hat besonders den Vorteil für Instrumente, bei welchen problematische Frequenzen erst ab einer gewissen Anschlagstärke hervorgerufen werden. Auch für Gesang können dynamische Equalizer sehr sinnvoll sein.

⁵⁵ Vgl. Senior, Mike (Hrsg.): *Mixing Secrets for the Small Studio*, Focal Press, 2013, S. 178

⁵⁶ Vgl. ebd. S. 178

⁵⁷ Vgl. ebd. S. 212

⁵⁸ Vgl. ebd. S. 213 ff.

2.2.5 Kompressor und Limiter

Ein Audio-Kompressor ist ein Werkzeug, welches die Dynamik des Audiosignals bearbeiten kann. Häufig werden Kompressoren zur Erhöhung der empfundenen Lautheit oder zum Ausgleichen von Pegelunterschieden einer Audiospur verwendet.⁵⁹

Bei der Kompression werden alle Pegel, welche über einen Threshold (Schwellenwert) hinaussteuern, mit einer bestimmten Ratio (Kompressionsrate) abgesenkt. Je niedriger dabei der Threshold ist, desto größer wird der Signal-Anteil, welcher vom Kompressor verarbeitet wird. Ist der Threshold hingegen höher als der Peak-Level, bleibt das Signal unverändert. Die Ratio bestimmt dabei wie stark das Signal reduziert wird. Eine sehr hohe Ratio (z.B. 12:1) senkt alle Pegel über dem Threshold fast gänzlich ab, wobei eine geringe Ratio (z.B. 1,5:1) eine subtile Reduktion ermöglicht.⁶⁰ Anschließend an die Reduktion kann das Signal mit dem Gain Parameter (auch Make-up Gain genannt) wieder verstärkt werden. Durch diese Prozedur werden leise Anteile des Signals lauter gemacht und die lauten Anteile gequetscht. Damit steigt die durchschnittliche Lautheit mit dem Effektivwert auf Kosten des Dynamikumfangs an. Bei den meisten Kompressoren existiert zudem eine Anzeige für den reduzierten- und den resultierenden Pegel.



Abbildung 21 – Screenshot: FabFilter Pro C2 – ein sehr vielseitiger Kompressor. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

⁵⁹ Vgl. Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/video-workshops/musikproduktion-wie-funktioniert-kompressor-3085/> (Zugriff: 15.06.2016)

⁶⁰ Vgl. Senior, Mike (Hrsg.): *Mixing Secrets for the Small Studio*, Focal Press, 2013, S. 151 ff.

Es gibt bei manchen Kompressoren auch weitere Parameter wie Attack und Release. Diese werden in Millisekunden angegeben. Der Attack-Parameter regelt, wie schnell der Kompressor auf die Pegel reagiert. Bei einer langen Attack-Zeit reagiert der Kompressor verzögert, womit die Transienten⁶¹ unverändert bleiben. Das sorgt bei Instrumenten mit kurzer Einschwingzeit wie Percussion-Instrumenten für einen natürlichen Klang. Sind die hohen Transienten aber problematisch, können diese mit einer schnellen Attack-Zeit erfasst und abgesenkt werden. Die Release-Zeit bestimmt hingegen, wie schnell der Kompressor aussetzt, sobald der Threshold wieder unterschritten wird. Durch lange Release-Zeiten können längere Passagen im Pegel reduziert, wogegen durch eine kurze Release-Zeit nur die Transienten erfasst werden.⁶² Hochwertige Kompressoren haben meistens weitere einstellbare Parameter, mit welchen sich die Funktionsweise des Kompressors noch weiter modifizieren lässt. Ein Kompressor, welcher mehrere Frequenzbereiche separat bearbeiten kann, wird als Multiband-Kompressor bezeichnet.

Ein Limiter funktioniert prinzipiell wie ein Kompressor. Er hat eine sehr hohe Ratio und in der Regel eine sehr schnelle Attack-Zeit. Damit werden alle Signal-Anteile, die den Threshold überschreiten, komplett ausgelöscht. Der Threshold liegt bei einem gewöhnlichen Limiter standardmäßig bei 0 dB FS – also der maximalen Aussteuerung. Die meisten Limiter haben spezielle Anzeigen, welche den reduzierten Pegel anzeigt. Gute Limiter bieten zudem weitere Funktionen wie den Lookahead⁶³ sowie das Oversampling an, um die Peaks zuverlässiger zu erfassen und Intersample-Peaks auszuschließen. Limiter, welche garantiert keine Signal-Anteile über den Threshold lassen, heißen Brick-wall-Limiter.



Abbildung 22 – Screenshot: FabFilter Pro-L – ein vielseitiger Limiter. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

⁶¹ Transienten sind Peaks, die beim Anschlag eines Instrumentes entstehen.

⁶² Vgl. Senior, Mike (Hrsg.): Mixing Secrets for the Small Studio, Focal Press, 2013, S. 156 ff.

⁶³ Durch eine minimale Verzögerung bei der Wiedergabe wird das Signal vorausschauend analysiert.

2.2.6 Noise Gate und Expander

Noise Gates und Expander sind Dynamikeffekte, welche den Dynamikumfang im Gegensatz zu Kompressoren vergrößern. Sie werden größtenteils zur Wiederherstellung der Dynamik eines komprimierten oder schlecht aufgenommenen Signals verwendet.⁶⁴

Ein Noise Gate blendet alle Signale, welche einen festgelegten Threshold unterschreiten, komplett aus. Es werden also nur laute Passagen durchgelassen, welche den Schwellenwert überschreiten. Wie auch beim Kompressor können beim Noise Gate verschiedene Parameter eingestellt werden. Größtenteils besteht die Möglichkeit die Attack- und Release-Zeit festzulegen. Noise Gates werden, wie der Name schon sagt, zur Rauschunterdrückung, oder zur Beseitigung von Störgeräuschen genutzt.



Abbildung 23 – Screenshot: FabFilter Pro-G Noise Gate und Multifunktions-Expander. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Expander existieren in zwei Arten, nämlich als Downward-Expander und als Upward-Expander. Ein Downward-Expander funktioniert wie ein Noise Gate mit einer auswählbaren Ratio. Ein Upward-Expander hebt hingegen die Passagen über dem Threshold noch weiter an und lässt die leisen Passagen unangetastet. Beide Varianten erhöhen also den Dynamikumfang. Anwendung findet ein Expander bei der Wiederherstellung der Dynamik eines komprimierten Signals. Oft werden Expander in MP3-Player oder Hi-Fi-Anlagen integriert, um die Wiedergabe dynamischer zu machen. Diese werden meistens zusammen mit einem Noise Gate verwendet, um das durch Kompression entstehende Rauschen zu unterdrücken.⁶⁵

⁶⁴ Vgl. Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/musikproduktion/video-workshop-effekt-grundlagen-expander-noise-gate-2875/> (Zugriff: 15.06.2016)

⁶⁵ Vgl. ebd.

2.2.7 Reverberation und Delay

Ein Delay ist ein Echoeffekt, welcher das Signal um eine gewisse Zeit verzögert. Erst durch das Hinzumischen des verzögerten Signals zum Original können interessante Effekte erzielt werden. Delays können als Effekte zur Soundmodulation, aber auch für technisch notwendige Verzögerungen verwendet werden.

Reverberation (kurz Reverb) ist ein Echoeffekt zur Emulation vom räumlichen Nachhall. Im Gegensatz zum Delay werden beim Reverb kontinuierliche Schallreflexionen simuliert, welche aus Erstreflexionen und Diffusem Nachhall bestehen. Anwendung finden Reverberation-Effekte vor allem in der Raum- und Hallsimulation.



Abbildung 24 – Screenshot: Verschiedene Reverberation-Effekte im virtuellen Rack. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Da bei einem Live-Konzert die Instrumente unterschiedliche Positionen und Entfernungen zum Publikum haben, entsteht jeweils unterschiedlicher Nachhall. Durch diesen unterschiedlichen Nachhall wird ein tieferer Raumeindruck mit einer besseren Differenzierbarkeit der Instrumentenposition vermittelt. In der Fachsprache wird das als Tiefenstaffelung bezeichnet. Mittels Reverberation kann so eine Tiefenstaffelung simuliert werden. Ein weiterer Anwendungsbereich von Reverberation-Effekten ist das Zusammenschweißen von unterschiedlich generierten oder aufgenommenen Audiospuren. Durch das Verwenden eines einheitlichen Raumhalls für alle Instrumentenspuren wird ein Eindruck der Zusammengehörigkeit geschaffen.

2.2.8 Stereoverarbeitung

Entscheidungen über das Stereobild eines Musikstückes werden schon beim Mixing getroffen. Dabei stehen dem Produzenten bzw. Mixing-Ingenieur Tools wie Panning oder Stereospreizung zur Verfügung. Beim Panning wird die Pegelverteilung auf dem rechten und linken Kanal geregelt. Es kann also entschieden werden, wie weit nach rechts oder links ein Signal verlagert wird. Bei der Stereospreizung geht es hingegen um eine Zentrierung oder Spreizung des Stereobildes. Zentriertes Signal steht räumlich in der Mitte, wobei gespreiztes Signal mehr außen (links und rechts) präsent ist.

Ist das Stereobild eines Musikstückes aber nicht optimal, kann es nachträglich beim Mastering korrigiert werden. Dazu stehen dem Mastering-Ingenieur verschiedene Mittel zur Verfügung. Die geläufigste Methode ist das sogenannte M/S Processing, bei welchem die Mitten separat von den Seiten im Klang verarbeitet werden.⁶⁶ Es gibt M/S-Equalizer, M/S-Kompressor oder auch einfachere M/S-Tools, welche einfach die Verstärkung der Mitten und Seiten unabhängig voneinander regeln.



Abbildung 25 – Screenshot: FabFilter Pro-Q 2 mit M/S Processing. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Diese Tools können auch simuliert werden, indem man eine Monokopie der Original-Stereospur in der Phase invertiert und zu 100% dem Original dazu mischt. Dabei werden alle Mitten der Aufnahme ausgelöscht. Danach kann man das resultierende Signal im Klang verarbeiten und wiederum zum Original dazu mischen. Eine Auslöschung der Seiten ist nach diesem Prinzip ebenfalls möglich.

⁶⁶ Vgl. Senior, Mike (Hrsg.): *Mixing Secrets for the Small Studio*, Focal Press, 2013, S. 262 ff.

3 Mastering

In diesem Kapitel wird das Mastering erklärt. Dabei wird das Audio Mastering vom technischen Mastering abgegrenzt und die jeweiligen Prozesse erläutert. Es wird zudem auf den Ablauf und die Kosten vom Audio Mastering eingegangen.

3.1 Audio Mastering und technisches Mastering

Wenn vom Mastering gesprochen wird, dann ist damit größtenteils das Audio Mastering gemeint. Das Audio Mastering ist der Vorgang der abschließenden akustischen Bearbeitung eines abgemischten Musikstückes vor der Veröffentlichung bzw. Speicherung. Nach der Definition von Bob Katz ist es „[...] *der letzte kreative Schritt in der Audio-Produktion* [...]“⁶⁷, welcher die endgültige Möglichkeit bietet den Klang zu optimieren sowie verbleibende akustische Probleme zu beseitigen.⁶⁸ Der Prozess soll die Musik für die Veröffentlichung vorbereiten und ihr den letzten akustischen Schliff verpassen. Das Mastering wird von einem Mastering-Ingenieur in einem akustisch optimierten Tonstudio mit sehr hochwertigen Abhörmonitoren durchgeführt. Der Mastering-Ingenieur muss mit sehr vielen Musikgenres vertraut sein und bestens über akustische sowie elektronische Instrumente, Gesang, Recording und Mixing Bescheid wissen. Durch das Audio Mastering soll die Musik mit möglichst vielen unterschiedlichen Abspielgeräten kompatibel gemacht werden. Das Musikstück soll im Radio genauso gut funktionieren wie bei der Wiedergabe über Kopfhörer, kleinere Lautsprecher oder größere Anlagen. Dabei spielt die Lautheit, Dynamik, das Stereobild, aber auch ein ausgewogener Frequenzgang eine wichtige Rolle. Hierfür stehen den Mastering-Ingenieuren verschiedene Tools zur Verfügung. Unter anderem werden Equalizer, Kompressoren, Expander, Raumhall-Effekte und Limiter verwendet.



Abbildung 26 – Mastering-Ingenieur Ted Jensen im Sterling Sound Studio. (Quelle: Sterling Sound (Hrsg.): http://sterling-sound.com/wp-content/uploads/IMG_5368QBacon-e1350918174280.jpg, Zugriff: 18.06.2016)

⁶⁷ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007 S.12

⁶⁸ Vgl. Ebd. S.12

Unter dem technischen Mastering ist hingegen die Vorbereitung des Audiomaterials für eine physische Vervielfältigung im CD/DVD Presswerk zu verstehen. Das technische Mastering hat in der Regel einen sehr festgelegten Ablauf. Das fertig abgemischte Material wird auf einen Tonträger übertragen. Der Tonträger wird dann eingespielt, wobei das Musikstück eine, aus diversen Signal- und Effektprozessoren bestehende Signalkette durchläuft, bevor es auf einen Premaster gespeichert wird. Zusätzlich werden dabei Störgeräusche wie Knackser und Verzerrungen entfernt, die Blenden jeweils am Anfang und am Ende der Titel gesetzt, die Titel-Reihenfolge sowie die Pausen festgelegt. Anschließend wird das optimierte Musikstück in das passende Format konvertiert und auf das Premaster übertragen. Dieser Prozess wird auch Premastering genannt. Das Premaster dient danach als Vorlage für die Erstellung eines Glasmasters, welches dann wiederum als Vorlage für sogenannte Stamper verwendet wird. Diese Stamper können dann zur Vervielfältigung des Tonträgers genutzt werden. Bei dem gesamten Prozess wird neben sehr präzisiertem und teurem Equipment auch ein sehr steriler Raum benötigt. Heute wird dieser Vorgang immer seltener, da größtenteils nur noch digitale Master zur Erstellung von CDs verwendet werden.⁶⁹

Bei der Erstellung von Vinyl-Schallplatten ist der Ablauf vergleichbar. Ein Äquivalent zum Premaster stellt dabei die sogenannte Kupferfolie dar. Diese Kupferfolie ist theoretisch schon im Plattenspieler abspielbar, wird jedoch nur als Vorlage für die Herstellung einer negativen Pressmatrize genutzt. Mit dieser Pressmatrize werden dann die Schallplatten aus einem PVC-Gemisch gepresst. Vor der Übertragung auf die Kupferfolie muss das Signal für das Schallplatten-Medium in der Dynamik optimiert werden, da Schallplatten einen geringeren maximalen Dynamikumfang haben.

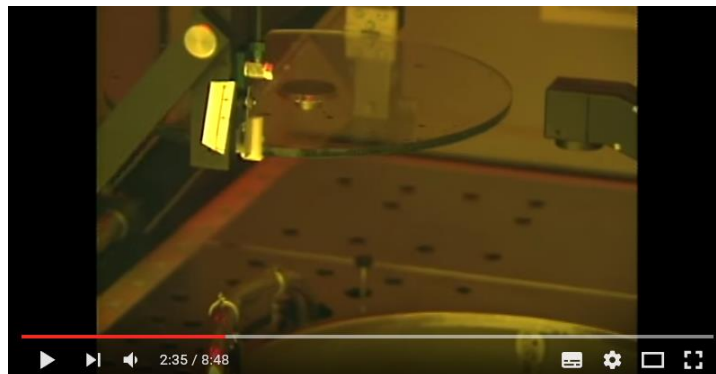


Abbildung 27 – Screenshot: Bildausschnitt eines Videos zur Erläuterung vom technischen Mastering. (Quelle: Sony Music (Hrsg.): The CD manufacturing process of history (1994). Video, Reupload auf YouTube am 14.03.2011, <https://www.youtube.com/watch?v=FfRi7UrizCA>, Zugriff: 18.06.2016)

⁶⁹ Vgl. Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/musikproduktion/audio-mastering-3208/> (Zugriff: 21.06.2016)

3.2 Ablauf beim Audio Mastering

Der Mastering-Prozess beginnt immer mit der Überprüfung des Materials auf Vollständigkeit und Richtigkeit sowie dem Sammeln von allen notwendigen Informationen. Beim sogenannten Online-Mastering wird dem Mastering-Ingenieur der fertige Mix als Datei elektronisch zugeschickt, womit auch international gearbeitet werden kann. Um den Mastering-Vorgang so effizient wie möglich zu gestalten, wird das Material im Voraus angehört und bewertet. Es wird zudem mit dem Produzenten bezüglich der Zielstellung sowie des gewünschten Klanges kommuniziert. Häufig werden dabei erfolgreiche Referenz-Musikstücke gewählt, welche dem Material im Genre sowie den Klangeigenschaften am nächsten kommen. Sobald alle Rahmenbedingungen feststehen, kann der Mastering-Ingenieur das Audio Mastering ohne Anwesenheit des Produzenten durchführen.⁷⁰ Damit beginnt auch der eigentliche kreative Prozess.

Exemplarischer Ablauf:

Nachdem das Material als Stereo-Summe in die DAW importiert wurde, findet eine Fehlerkorrektur statt. Bei dieser werden Störgeräusche, eventuelles Brummen oder Verzerrungen sowie unerwünschtes Rauschen entfernt. Dazu nutzt der Mastering-Ingenieur neben speziellen Sound-Editoren auch Noise Gates und Equalizer. Diese Korrekturen können global sein (größtenteils beim Rauschen) oder nur eine bestimmte Passage betreffen (Knackser oder Verzerrungen). In der Regel bietet es sich zusätzlich an, alle unhörbaren Frequenzen mittels Low- und High-Cuts wegzuschneiden.⁷¹

Danach wird die Klangfarbe sowie der Frequenzgang des Materials optimiert. Dazu werden größtenteils parametrische-Equalizer verwendet. Der Mastering-Ingenieur begutachtet dabei den Klang des Musikstückes und entscheidet, in welchen Bereichen Frequenzkorrekturen notwendig sind. Ist der Klang zu scharf, beispielsweise durch das Zusammenmischen von mehreren Blasinstrumenten, kann dieser mit einer Reduktion des Bereiches zwischen 4 und 8 kHz wieder „versüßt“ werden.⁷² Es bietet sich auch an, tiefe Frequenzen unter 120 Hz von dem Seiten-Kanal mittels M/S-Equalizer zu entfernen. Damit kann man matschigem Bass wieder mehr Klarheit verleihen, da Subwoofer den Bass sowieso nur in Mono wiedergeben können.

Nach der Korrektur der Klangfarbe sowie des Frequenzgangs, wird die Dynamik des Signals mit Kompressoren und Expandern bearbeitet. Der Eingriff mit Kompressoren

⁷⁰ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 28

⁷¹ Das sind beim Menschen in der Regel Frequenzbereiche unter 20-, sowie über 20000 Hz.

⁷² Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 55

sollte beim Mastering eher subtil und sparsam erfolgen. Eine leichte Kompression mit einer sehr geringen Ratio und einem recht hohen Threshold schweißt den Klang zusammen, wodurch die einzelnen Elemente des Musikstückes mehr Einheitlichkeit bekommen. Zudem können durch Kompressoren unerwünschte Peaks kontrolliert werden.

Der Nächste Schritt ist die Korrektur der Stereobreite. Hat ein Musikstück zu wenig Seiten-Informationen, können diese mit Effekt-Prozessoren wie M/S-Equalizern oder dedizierten Stereo-Widening-Tools nachträglich verstärkt werden. Zusätzlich können dafür verschiedene Delays bei den einzelnen Kanälen verwendet werden, wodurch ein breiterer Stereo-Eindruck entsteht. Dabei gilt aber wieder, dass Mastering den Klang nur optimieren soll – aus einem Mono-Signal kann kein gutes Stereo-Signal gemacht werden.

Nachdem die Dynamik und Stereobreite korrigiert sind, können Raumhall-Effekte wie Reverberation eingesetzt werden. Ein einheitlicher Raumhall sorgt, wie ein subtiler Kompressor auch, dafür, dass die Musikelemente zusammengeschweißt werden und der Klang einheitlicher wird. Das ist besonders für elektronische Musik mit synthetischen Klängen oder sehr verfremdetes Material vom Vorteil, da manche Klänge sonst zu sehr herausstechen würden. Nach dem Einsatz von einem Reverb sollten vorzugsweise keine weiteren Equalizer eingesetzt werden, da diese sonst den simulierten Raumhall unnatürlich verfälschen würden.

Der letzte Prozess beim kreativen Mastering ist der Einsatz von einem Brickwall-Limiter und das finale Pegeln des Signals. Dabei wird in der Regel das Signal voll ausgesteuert und nochmals um ca. 0,1 bis 0,3 dB im Pegel reduziert, damit es zu keinem Clipping bei der Wiedergabe kommt und Intersample-Peaks verhindert werden. Verstärkt man das Signal jedoch zu sehr, greift der Limiter ein und schneidet alle Signalanteile über 0 dB FS weg. Durch diese Reduktion kann es zu Verzerrungen kommen. Es ist also die Aufgabe des Mastering-Ingenieurs, den perfekten Kompromiss zwischen Lautheit und Dynamik zu finden. Im Anschluss an diesen Prozess wird das Musikstück im gewünschten Format gerendert und exportiert.

Natürlich ist dies nur ein exemplarischer Ablauf, der als grobe Richtlinie für die Schrittfolge beim Mastering dienen soll. Die einzelnen Arbeitsschritte sollten für jedes Musikstück individuell gewählt werden. Manchmal muss sogar außer der Lautheit nichts angepasst werden. Das wichtigste beim Mastering ist das musikalische Gehör des Mastering-Ingenieurs.

3.3 Kosten und Dauer

Für ein ganzes Album mit Pop-üblichen Längen benötigt ein Mastering-Ingenieur in der Regel einen Tag.⁷³ Sehr erfahrene Mastering-Ingenieure benötigen dabei weniger Zeit als unerfahrene. Da renommierte Mastering-Ingenieure aber sehr viele Aufträge haben, kann die Wartezeit in einigen Fällen bis zu zwei Wochen dauern. Viele Anbieter bieten Express-Mastering gegen zusätzliche Gebühren an. Abbey Road Studios garantiert beispielsweise beim Online-Mastering eine Fertigstellung innerhalb von fünf Tagen. Mit der Fast-Track-Option kann der sogenannte Turnaround auf 48 Stunden reduziert werden.⁷⁴

Die Kosten für professionelles Mastering schwanken je nach Bekanntheitsgrad des Mastering-Ingenieurs. Es werden häufig zusätzliche Optionen wie Expressbearbeitung oder Mix-Inspektion angeboten. In der Regel werden zusätzlich Mengenrabatte bei mehreren Musikstücken gemacht. Da sich diese Arbeit ausschließlich mit dem Audio Mastering befasst, wird technisches Mastering nicht betrachtet. Zudem werden nur Dienstleister aufgeführt, die ein Online-Mastering in Abwesenheit des Produzenten anbieten. Hier ist eine Übersicht mit den Preisen einiger Online-Mastering-Anbieter.

Mastering Studio	Preis pro Musikstück
Sterling Sound	Zwischen 150 und 300 Dollar (je nach Mastering-Ingenieur exkl. VAT-Steuer. ⁷⁵)
Abbey Road Studios	90 oder 110 Pfund Sterling (mit Auswahl des Mastering-Ingenieurs) exkl. VAT-Steuer. ⁷⁶
HOFA-Studios	Bis 5 Minuten 103,47 Euro, jede weitere Minute ca. 10 Euro, oder 139,83 bis 5 Minuten für Express-Mastering, jede weitere Minute ca. 20 Euro. Alle Preise inkl. MwSt. ⁷⁷
Audio Mastering Service	40 bis 60 Euro (mit analogen Equipment) inkl. MwSt. ⁷⁸
Sonority Lab	60 Euro inkl. MwSt. ⁷⁹
Sage Audio	34 Dollar pro Musikstück, 42 Dollar für Expressbearbeitung exkl. VAT-Steuer. ⁸⁰

Tabelle 2 – Gegenüberstellung der Preise verschiedener Mastering-Studios. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Siehe Fußnoten 68-73)

⁷³ Vgl. Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007, S. 32

⁷⁴ Vgl. Abbey Road Studios (Hrsg.): <http://www.abbeyroad.com/online-mastering> (Zugriff: 21.06.2016)

⁷⁵ Vgl. Sterling Sound (Hrsg.): <https://booking.sterling-sound.com/#book/ted> (Zugriff: 21.06.2016)

⁷⁶ Vgl. Abbey Road Studios (Hrsg.): <http://www.abbeyroad.com/online-mastering> (Zugriff: 21.06.2016)

⁷⁷ Vgl. HOFA-Studios (Hrsg.): <https://hofa-studios.de/mastering/> (Zugriff: 21.06.2016)

⁷⁸ Vgl. Audio Mastering Service (Hrsg.): <http://www.audiomasteringservice.com/de/> (Zugriff: 21.06.2016)

⁷⁹ Vgl. Sonority Lab (Hrsg.): <https://www.sonority-lab.de/> (Zugriff: 21.06.2016)

⁸⁰ Vgl. Sage Audio (Hrsg.): <http://www.sageaudio.com/> (Zugriff: 21.06.2016)

4 LANDR – Automatisiertes Online Mastering

Dieses Kapitel befasst sich mit LANDR. Es wird auf allgemeine Produktinformationen-, die Funktionsweise sowie Preispolitik eingegangen. Anschließend werden öffentliche Rezensionen zur Dienstleistung zusammengefasst. Zum Schluss werden die Vor- und Nachteile von LANDR gegenüber professionellem Mastering aufgeführt.

4.1 Produktinformationen

4.1.1 Allgemeine Informationen

LANDR⁸¹ ist ein cloudbasierter, vollkommen automatisierter Audio Mastering Dienst des Unternehmens MixGenius, welcher im Jahr 2014 gestartet wurde. Zwar ist LANDR nicht der erste Dienst seiner Art⁸², wurde mit ihm aber das automatisierte Audio Mastering aufgrund des guten Marketings und der sehr intuitiven Benutzeroberfläche erstmalig global bekannt. Bis heute ist LANDR der populärste und bekannteste automatisierte Audio Mastering Dienst. Das lässt sich auch anhand von Social-Media-Statistiken erkennen: Mit 280.820 Likes auf der offiziellen Facebook-Seite ist LANDR absoluter Spitzenreiter.⁸³ Im Vergleich hat der seit 2012 aktive Dienst WaveMod nur 434, der dieses Jahr erschienene Dienst eMastered 692 und der 2015 gestartete Service Masteringbox 1723 Likes.⁸⁴ Aber auch die Berichterstattung der Medien fokussiert sich größtenteils auf LANDR. Bei einer Google-Suche mit einem Exact Match werden bei „LANDR“ 385.000 gefundene Ergebnisse angezeigt, bei „WaveMod“ sind es hingegen nur 2.030, bei „emastered“ 13.000 und bei „masteringbox“ sind es 10.700.⁸⁵

Die Landing-Page von LANDR ist sehr intuitiv und übersichtlich aufgebaut. Bereits auf den ersten Blick erkennt man die Drag & Drop Funktion, mit welcher die Musikdatei hochgeladen werden kann.⁸⁶ Die Claims auf der Seite versprechen professionellen Klang mit nur einem Bruchteil der Kosten von professionellen Mastering und das bei sofortigen Ergebnissen.⁸⁷

⁸¹ Der Name LANDR steht abgekürzt für „left and right“.

⁸² Vgl. Kapitel 1.2

⁸³ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.facebook.com/LANDRmusic/?fref=ts> (Zugriff: 21.06.2016)

⁸⁴ Stand: 21.06.2016

⁸⁵ Stand: 21.06.2016

⁸⁶ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de> (Zugriff: 21.06.2016)

⁸⁷ Vgl. ebd.

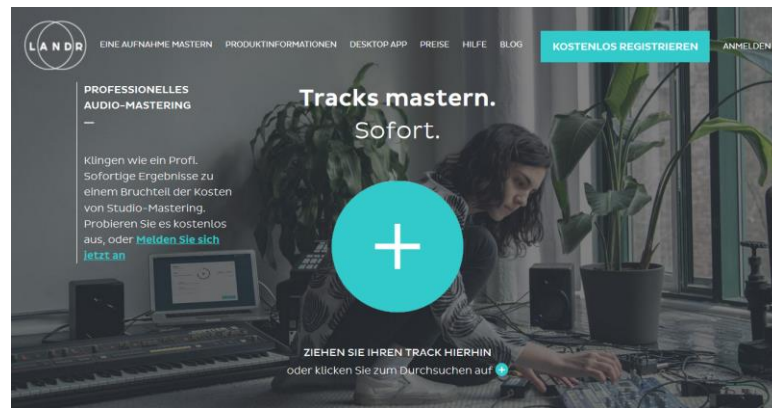


Abbildung 28 – Screenshot: LANDR Website Landingpage. (Quelle: LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de>, Zugriff: 24.06.2016)

Die Seite wirbt zudem mit bekannten Testimonials aus unterschiedlichen Genres, unter anderem Tiga, Blue Hawaii, Govaes, Pleasurekraft und Diane Warren, aber auch mit Statements von bekannten Musikproduzenten wie dem ehemaligen Warner Bros. Records Präsidenten Lenny Waronker.⁸⁸

Zusätzlich zur Website nutzt LANDR aber auch weitere Vermarktungskanäle. Der Social-Media-Kanal ist mit Facebook (LANDRmusic), Instagram (@landrmusic) und Twitter (@landr_music) abgedeckt. Diese verlinken häufig auf den hauseigenen Blog, welcher sich mit Mixing, Mastering und Musikproduktion im Allgemeinen beschäftigt. In diesem Blog werden beispielsweise Tipps zur Vorbereitung vom Mix für das Mastering gegeben.⁸⁹ Zudem ist LANDR an vielen Remix-Contests und Gewinnspielen beteiligt.⁹⁰ Mit diesen konnte LANDR viele Produzenten zum Ausprobieren ihres Dienstes anregen.

In diesem Jahr wurde auch eine Partnerschaft mit SoundCloud sowie der DAW Cakewalk Sonar gestartet. Es ist jetzt bei LANDR möglich eine kostenlose Option auszuwählen, welche das Master für eine Wiedergabe auf SoundCloud optimiert.⁹¹ Nach dem Upload wird das Material verarbeitet und anschließend auf dem SoundCloud-Kanal geteilt. Bereits vorhandene Master aus der LANDR-Bibliothek können ebenfalls auf SoundCloud geteilt werden. Das erfolgt innerhalb von Sekunden. Bei Sonar kann der fertige Mix sofort in die LANDR-Cloud exportiert werden. Dabei kann neben normalen Formaten auch die für SoundCloud optimierte Variante ausgewählt werden.⁹²

⁸⁸ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de> (Zugriff: 21.06.2016)

⁸⁹ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/prepare-music-landr-mastering/> (Zugriff: 21.06.2016)

⁹⁰ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/remixremodel-dj-mag-landr/> (Zugriff: 21.06.2016)

⁹¹ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/soundcloud> (Zugriff: 21.06.2016)

⁹² Vgl. Cakewalk (Hrsg.): <https://www.cakewalk.com/Products/SONAR/LANDR> (Zugriff: 21.06.2016)

4.1.2 Funktionsweise

Zuerst wird der fertige Mix, vorzugsweise im WAV- oder AIFF-Format, mittels Drag & Drop in die LANDR-Cloud hochgeladen. Nach dem Upload und einer sehr kurzen Verarbeitungszeit, erscheint ein Vorschau-Player mit einem A/B-Vergleich zwischen dem ungemasterten- und gemasterten Material. Um den Prozess fortzuführen bedarf es einer Anmeldung bzw. Registration. Nach einer erfolgreichen Anmeldung gibt es die Möglichkeit die Intensität, also die Lautheit, zu ändern. Es stehen drei Varianten zur Verfügung, nämlich Niedrig, Mittel und Hoch. Mit dem Vorschau-Player lassen sich dabei die unterschiedlichen Intensitätsstufen vergleichen.

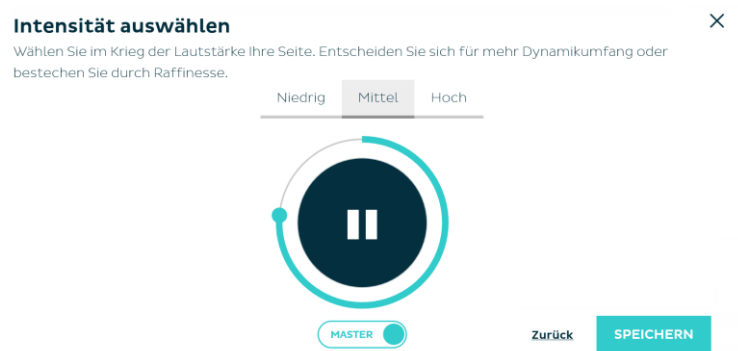


Abbildung 29 – Screenshot: Auswahl der Intensität. (Quelle: LANDR Audio Inc. (Hrsg.): www.landr.com/, Zugriff: 24.06.2016)

Nach der Auswahl der Intensität erscheint ein Fenster mit der Formatauswahl. Es gibt dabei fünf verschiedene Optionen:

- Niedrigaufgelöste MP3-Datei mit einer Bitrate von 192 kbit/s
- Hochaufgelöste MP3-Datei mit einer Bitrate von 320 kbit/s
- WAV-Datei mit einer Auflösung von 16 Bit und einer Abtastrate von 44,1 kHz
- HD WAV-Datei mit einer Auflösung von 24 Bit und einer Abtastrate von 48,0 kHz
- Das für SoundCloud optimierte Format (unbekannte Auflösung und Abtastrate)

Die Formate sind dabei mit verschiedenen Tarifen bzw. Einzelstückkosten verbunden. Nachdem das Format- und das Bezahlmodel ausgewählt sind, erscheint das fertige Master in der persönlichen Track-Bibliothek. Aus dieser können das Master oder der originale Mix heruntergeladen werden. LANDR gibt zudem an, dass der Algorithmus auch für einzelne Tonspuren während der Musikproduktion verwendet werden kann. LANDR kann also bereits beim Mixing ein Bestandteil sein. Auch für längere Sprachaufnahmen oder DJ-Sets sei LANDR geeignet.⁹³

⁹³ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/about> (Zugriff: 21.06.2016)

Seit Dezember 2015 gibt es auch eine Desktop-App zum Herunterladen. Diese dient als alternatives Upload-Interface (das Mastering erfolgt nach wie vor in der Cloud) und bietet zusätzliche Funktionen wie das parallele hochladen von mehreren Musikstücken.⁹⁴ Zudem wird durch die App ein dedizierter LANDR-Ordner erstellt. Sobald eine Datei aus der DAW in diesen Ordner exportiert wird, beginnt die App sofort mit dem Upload des Musikstückes. Damit soll die Handhabung nochmals erleichtert werden.

Nach Aussagen des Unternehmens wurde LANDR mit einer künstlichen Intelligenz ausgestattet, welche nach tausenden analysierten Musikstücken den Mastering-Prozess von professionellen Mastering-Ingenieuren imitieren kann und sich mit jedem Upload weiterentwickelt.⁹⁵ Die künstliche Intelligenz von LANDR wird mit der intelligenten Analyse von Shazam verglichen. LANDR analysiert das Audiosignal und entscheidet auf Grundlage der bisher erfassten Musikstücke, welche Signal-Prozessoren gebraucht werden. LANDR gibt an, für alle Musikstile und Genres geeignet zu sein.⁹⁶ Hinter dem Algorithmus stehen dabei mehr als acht Jahre Forschung an der Londoner Queen Mary Universität.⁹⁷ Der eigentliche Algorithmus sowie die verwendeten Tools werden jedoch größtenteils verschwiegen. Es ist nicht bekannt, welche Signalprozessoren und Effekt-Plugins zum Einsatz kommen. Auf der Homepage wird jedoch auf denkende Kompressoren sowie Equalizer hingewiesen.⁹⁸ In einem Blogartikel von LANDR werden außerdem Multiband-Kompressoren, Panorama-Tools sowie Limiter erwähnt.⁹⁹ Zusätzlich gibt es auf der Homepage von LANDR eine Darstellung mit Icons, welche folgenden Ablauf andeutet: Zuerst wird der automatisierte Equalizer verwendet, gefolgt von einem Multiband-Kompressor, einem Panorama bzw. Stereospreizungstool und abschließend einem Limiter zur Regulierung des Pegels (der Intensität). Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass es sich dabei nur um eine Interpretation des Autors handelt.



Abbildung 30 – Icons der Signalprozessoren. (Quellen: LANDR Audio Inc. (Hrsg.): https://www.landr.com/img/home/Modelling_360x140.gif?version=2.3.2, Zugriff: 27.06.2016)

⁹⁴ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/app> (Zugriff: 24.06.2016)

⁹⁵ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/about> (Zugriff: 24.06.2016)

⁹⁶ ebd.

⁹⁷ Vgl. Sonicstate (Hrsg.): NAIMM 2015: The Future Of Online Mastering With MixGenius, Video, veröffentlicht auf YouTube am 26.01.2015, <https://www.youtube.com/watch?v=d9htueuU07Y> (Zugriff: 26.06.2016)

⁹⁸ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de> (Zugriff: 24.06.2016)

⁹⁹ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/dorian-biggest-leap-forward-ever/> (Zugriff: 04.07.2016)

4.1.3 Preispolitik

Alle registrierten Nutzer können das Mastering von LANDR mittels kurzer Previews vom hochgeladenen Material kostenlos begutachten.¹⁰⁰ Der kostenlose Tarif sieht zudem zwei niedrigaufgelöste MP3-Master vor. Unabhängig vom Tarif können zudem einzelne Master gegen Gebühren angefertigt werden. Die Preise belaufen sich dabei wie folgt:

Format	MP3-Datei 192 kbit/s	MP3-Datei 320 kbit/s	WAV-Datei	HD WAV
Preis pro Datei	1,99 Dollar	4,99 Dollar	9,99 Dollar	19,99 Dollar

Tabelle 3 – Einzelpreise pro Format (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/pricing>, Zugriff: 27.06.2016)

Durch eine Verknüpfung mit SoundCloud können zudem unbegrenzt viele für das Portal optimierte Master kostenlos hergestellt werden.¹⁰¹ Diese können jedoch nicht heruntergeladen werden, sondern werden sofort auf dem SoundCloud-Kanal geteilt. Neben dem kostenlosen Tarif existieren drei weitere kostenpflichtige Tarife, nämlich Basic, Advanced und Pro. Für diese kann jährlich oder monatlich gezahlt werden.¹⁰² Die Tarife beinhalten folgende Formate:

Tarif	Monatlich	Jährlich	Enthält
Basic	6 Dollar	48 Dollar (entspricht 4 Dollar monatlich)	Unbegrenzte niedrigaufgelöste MP3-Dateien
Advanced	14 Dollar	108 Dollar (entspricht 9 Dollar monatlich)	Unbegrenzte Anzahl hochauflösender MP3-Dateien
Pro	39 Dollar	299 Dollar (entspricht ≈25 Dollar monatlich)	Unbegrenzte Anzahl von WAV-Dateien (16 Bit / 44,1 kHz)

Tabelle 4 – Gegenüberstellung der Kosten abhängig von der Zahlungsweise. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/pricing/monthly>, Zugriff: 27.06.2016)

Die Preise sind im Vergleich zu professionellen Mastering Studios sehr gering. Das hängt natürlich mit dem fehlenden Arbeits- und Zeitaufwand zusammen. Da das Mastering mittels LANDR vollkommen digital erfolgt, fallen auch die Kosten für teures Studioequipment weg. Von den Einnahmen muss LANDR prinzipiell nur die Wartung und den Ausbau der Cloud bezahlen. Zusätzlich gibt es weitere Ausgaben für Webentwickler und Programmierer, die den Algorithmus sowie das Interface weiterentwickeln, die Marketing-Abteilung, welche den Fokus auf Social-Media sowie den Blog legt und das technische Support-Team, welches bei Tarifproblemen zur Verfügung steht.

¹⁰⁰ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/pricing> (Zugriff: 26.06.2016)

¹⁰¹ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/soundcloud> (Zugriff: 26.06.2016)

¹⁰² Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/pricing> (Zugriff: 26.06.2016)

4.2 Produktrezensionen

4.2.1 Meinungen professioneller Toningenieure

Ian Shepherd

Ian Shepherd ist ein erfolgreicher britischer Mastering-Ingenieur, welcher besonders durch seine Aktivität im Zusammenhang mit dem Loudness War bekannt ist. Er ist ein großer Dynamik-Verfechter und hat 2010 den ersten Dynamic Range Day organisiert.¹⁰³ Sein Portfolio enthält namhafte Künstler wie Deep Purple, Culture Club, Keane und sogar das britische Royal Philharmonic Orchestra.¹⁰⁴ Er ist Gründer und Geschäftsführer von Mastering Media Ltd. und Betreiber der Online-Plattform Production Advice.¹⁰⁵

Am 17.09.2014 veröffentlichte er auf seinem YouTube-Kanal eine Video-Rezension des automatisierten Mastering Dienstes.¹⁰⁶ In diesem Test nutzte er ein Musikexemplar und erstellte neben einem eigenen Master drei LANDR-Master mit den verschiedenen Intensitätsstufen. Die Exemplare wurden vorgespielt und mit Metering-Plugins analysiert. Ian Shepherd kritisierte die sehr geringe Dynamik bei Versionen mit mittlerer und hoher Intensität und machte auf starke Verzerrungen sowie Inter-Sample Peaks aufmerksam. Die Version mit niedriger Intensität empfand Ian Shepherd für befriedigend, da diese bei -1 dB FS aussteuerte und keine Inter-Sample Peaks aufwies. Die hohe Intensität deklarierete Ian Shepherd für unbrauchbar. Nach seinen Aussagen ist ihm bei allen Exemplaren ein konkaver Frequenzgang mit überbetonten Tiefen und Höhen aufgefallen. Ian Shepherd ging zusätzlich auf den Widersinn der starken Kompression ein, da das Signal durch diese an Dynamik und Klarheit verliert und die meisten Geräte inzwischen über einen integrierten Lautheitsabgleich verfügen.¹⁰⁷ So einen Lautheitsabgleich sollte LANDR nach seinen Aussagen für die Mastering-Previews einsetzen, um psychoakustische Effekte bei der Wiedergabe auszuschließen und eine objektive Bewertung vom Mastering zu ermöglichen. Zwar hat ihn die Version mit niedriger Intensität relativ positiv überrascht, bewertete er sein eigenes Master aufgrund von subtilen musikalischen Klangverbesserungen wesentlich besser.

¹⁰³ Vgl. Production Advice (Hrsg.): <http://productionadvice.co.uk/about/> (Zugriff: 02.07.2016)

¹⁰⁴ Vgl. ebd.

¹⁰⁵ Vgl. Mastering Media (Hrsg.): <http://mastering-media.co.uk/contact/> (Zugriff: 02.07.2016)

¹⁰⁶ Vgl. hier und in diesem Absatz Ian Shepherd (Hrsg.): LANDR: Automated online mastering - but is it any good ?, Video, Veröffentlicht auf YouTube am 17.09.2014, <https://www.youtube.com/watch?v=yAiiHritYfo> (Zugriff: 04.07.2016)

¹⁰⁷ Vgl. Kapitel 2.1.5

Sein Fazit ist es, dass LANDR zwar ein Musikstück lauteitskonform machen kann, aber kein Mastering im eigentlichen Sinne durchführt, da es beim Mastering um bestmögliche Ergebnisse geht und LANDR einzig mit der niedrigen Intensität höchstens befriedigend mastert. Er empfiehlt das Mastering den Profis zu überlassen, falls bestmögliche Ergebnisse erwartet werden oder den Prozess selbst zu lernen, da ein Mensch im musikalischen Verständnis jedem Algorithmus überlegen ist.¹⁰⁸

An dieser Stelle ist jedoch darauf hinzuweisen, dass dieser Testbericht noch auf die Zeit vor einer Generalüberholung des Mastering-Algorithmus sowie weiteren Updates beläuft und das LANDR-Team nach eigenen Angaben inzwischen sehr viel am Mastering-Prozess optimiert hat.¹⁰⁹

Brian Hazard

Brian Hazard ist der Gründer und Chef-Mastering-Ingenieur von Resonance Mastering in Kalifornien. Neben zahlreichen Künstlern hat er auch mit großen Unternehmen wie Microsoft Game Studios oder Ubisoft zusammengearbeitet.¹¹⁰ Er betreibt zudem den Blog Passive Promotion, auf welchem er neben Mixing und Mastering vor allem über Musikpromotion schreibt.¹¹¹

Auf diesem Blog veröffentlichte er am 12.06.2014 seine LANDR-Rezension. Für diese verwendete er drei Musikstücke, wobei er für zwei Musikstücke Master mit hoher Intensität- und für ein Musikstück mit mittlerer Intensität erstellte. Bei dem Exemplar mit mittlerer Intensität kritisierte Brian Hazard den Mangel in dem tiefen Frequenzbereich und den allgemein verfälschten Klang. Als lobenswert empfand Brian Hazard die verhältnismäßig hohe Dynamik bei diesem Master, jedoch wäre das Musikstück nach seinen Aussagen in jeder Playlist mit elektronischer Tanzmusik zu leise. In einem anderen Exemplar mit hoher Intensität machte er darauf aufmerksam, dass LANDR den Break, der eigentlich leiser werden sollte, genau so laut, wie die lauten Passagen masterte. Zudem sei der Klang generell zu scharf und grell, womit er fast unhörbar sei.¹¹²

¹⁰⁸ Vgl. zu diesem Absatz Ian Shepherd (Hrsg.): LANDR: Automated online mastering - but is it any good ?, Video, Veröffentlicht auf YouTube am 17.09.2014, <https://www.youtube.com/watch?v=yAiiHritYfo> (Zugriff: 04.07.2016)

¹⁰⁹ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/dorian-biggest-leap-forward-ever/> (Zugriff: 04.07.2016)

¹¹⁰ Vgl. Resonance Mastering (Hrsg.): <http://resonancemastering.com/about> (Zugriff: 04.07.2016)

¹¹¹ Vgl. ebd.

¹¹² Vgl. zu diesem Absatz Passive Promotion (Hrsg.): <http://passivepromotion.com/a-mastering-engineers-guide-to-final-mixdown> (Zugriff: 04.07.2016)

In seinem Fazit betonte Brian Hazard, dass es LANDR am musikalischen Verständnis fehlen würde, um die Struktur bzw. die musikalischen Prioritäten eines Musikstücks zu erkennen. Nach seinen Aussagen kann LANDR bei kurzfristigen Ausschlägen mit hoher Frequenz nicht unterscheiden, ob diese durch Splash-Becken beim Schlagzeug oder durch problematische Zischlaute beim Gesang, welche eine Korrektur mittels De-Esser¹¹³ benötigen, hervorgerufen werden. Ein De-Esser würde bei Splash-Becken jedoch für einen unnatürlichen und flachen Klang sorgen. Aber auch bei exzessiver Energie um 200 Hz würde LANDR nicht unterscheiden können, ob es sich um den charakteristischen und warmen Klang einer Fretless Bassgitarre oder um matschigen Gesang mit notwendiger Korrektur durch Equalizer handelt. Als wichtigsten Punkt nennt Brian Hazard die fehlende Kommunikation mit dem Kunden. LANDR kann keine musikalische Bewertung vom Mix vornehmen und demzufolge auch keine Mixing-Ratschläge dem Produzenten geben. Brian Hazard ist zuversichtlich, dass LANDR trotz konstanter Verbesserungen des Algorithmus niemals einen professionellen Mastering-Ingenieur ersetze, da es am essentiellen musikalischen Verständnis fehle.¹¹⁴

4.2.2 Magazin-Rezensionen

XLR8R

XLR8R ist ein einflussreiches Musik- und Kulturmagazin aus Seattle, welches seit 1993 das Wachstum verschiedener musikalischer Subkulturen fördert. Seit 2010 wird das Magazin ausschließlich in elektronischer Form publiziert.¹¹⁵

Am 14.01.2016 veröffentlichte das Magazin eine LANDR-Rezension. In dieser wurde neben dem Klang auch die Bedienung sowie das Interface von LANDR bewertet. Wie auch bei der Rezension von Ian Shepherd wurde der fehlende Lautheitsausgleich bei den Previews bemängelt. Ohne eines Ausgleichs der Lautheit der gemasterten Version mit dem Original sei keine objektive Einschätzung der subtilen Klang-Veränderungen möglich. Das eigentliche Mastering wurde dann anhand von zwei Exemplaren mit unterschiedlichen Mix-Qualitäten getestet. Bei beiden Exemplaren bevorzugte der Verfasser der Rezension Master mit niedriger Intensität. Diese lieferte nach seinen Aussagen kräftige, aber neutrale und ausbalancierte Ergebnisse. Er wies darauf hin, dass LANDR der Musik weniger Wärme und Wohlklang verleihe als professionelle Mastering-Ingenieure,

¹¹³ Ein Kompressor, der nur die Frequenzen von Zischlauten erfasst und reduziert.

¹¹⁴ Vgl. zu diesem Absatz Passive Promotion (Hrsg.): <http://passivepromotion.com/a-mastering-engineers-guide-to-final-mixdown> (Zugriff: 04.07.2016)

¹¹⁵ Vgl. XLR8R (Hrsg.): <https://www.xlr8r.com/about/> (Zugriff: 04.07.2016)

aber dezent-klingende digitale Master mit sehr wenig Aufwand erstelle. LANDR sei eine schnelle und kostengünstige Alternative zu teuren Mastering-Plugins, aber kein Ersatz für professionelles Mastering durch Mastering-Ingenieure mit jahrelanger Erfahrung und einem ausgeprägten musikalischem Gehör.¹¹⁶

Ask.Audio

Ask.Audio ist ein täglich erscheinendes elektronisches Magazin rund um digitale Musikproduktion.¹¹⁷ In diesem werden Rezensionen, Tutorials, Interviews aber auch aktuelle Nachrichten zu der Szene rund um elektronische Musik publiziert.¹¹⁸

Am 13.07.2015 veröffentlichte Ask.Audio eine ausführliche LANDR-Rezension. In dieser wurde der automatisierte Mastering Dienst anhand von zwei verschiedenen Musik-Exemplaren getestet. Dazu wurden jeweils drei Master in unterschiedlichen Intensitäten angefertigt. Da LANDR am 07.07.2015 ein größeres Systemupdate¹¹⁹ durchführe, wurden die Master einerseits mit dem aktualisierten, andererseits mit dem vorläufigen Algorithmus erstellt. Der Klang des neuen Algorithmus überzeugte den testenden Mastering-Ingenieur Joe Albano. Besonders die Master mit der mittleren Intensität. Auch die ehemalsproblematische Einstellung mit hoher Intensität, welche bis dato enorme Verzerrungen durch starkes Limiting hergerufen hatte, wäre durch das Update signifikant verbessert worden. Da die verwendeten Mixe jedoch keine Probleme aufwiesen, konnten keine schlechten Ergebnisse erwartet werden. In seinem Fazit schreibt Joe Albano, dass LANDR professionelles Mastering nicht ersetzen könne, besonders, wenn der Mix signifikante musikalische Probleme aufweist oder mehrere Musikstücke im Klang aneinander angepasst werden müssen (zum Beispiel für eine Single oder ein Album). Außerdem wurde, wie auch bei anderen Rezensionen, das fehlende Mix-Feedback bemängelt. Joe Albano weist darauf hin, dass ein guter Mixing-Ingenieur mit üblichen DAW-Tools ähnliche oder gar bessere Ergebnisse erzielen könne. LANDR könnte nach seinen Aussagen aber dennoch für Musiker interessant sein, die noch nicht bereit sind ihre Musik professionell zu mastern, oder den Prozess selbst lernen wollen und ein unabhängiges und objektives Vergleich-Master benötigen.¹²⁰

¹¹⁶ Vgl. zu diesem Absatz XLR8R (Hrsg.): <https://www.xlr8r.com/reviews/2016/01/review-landr/> (Zugriff: 04.07.2016)

¹¹⁷ Vgl. Ask.Audio (Hrsg.): <https://ask.audio/> (Zugriff: 04.07.2016)

¹¹⁸ Vgl. ebd.

¹¹⁹ Vgl. LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/introducing-sonian-1-0-biggest-landr-update-ever/> (Zugriff: 04.07.2016)

¹²⁰ Vgl. zu diesem Absatz Ask.Audio (Hrsg.): <https://ask.audio/articles/review-landr-online-mastering> (Zugriff: 04.07.2016)

4.3 Vor- und Nachteile gegenüber Studio-Mastering

Auf Grundlage der Analyse sowie der Rezensionen werden die Vor- und Nachteile von LANDR gegenüber professionellem Mastering ersichtlich:

4.3.1 Vorteile von LANDR

Schnelligkeit

Der Mastering-Prozess dauert nach dem Upload nur einige Sekunden. Das ist im Vergleich zu professionellen Diensten ein enormer Zeitgewinn. Mit der LANDR-App können zudem mehrere Musikstücke parallel hochgeladen und gemastert werden. Die Dauer des Uploads hängt von der Schnelligkeit der Internetverbindung ab.¹²¹

Kostenlose Preview-Funktion

Mit der Preview-Funktion kann LANDR kostenlos und unbegrenzt oft begutachtet werden. Somit können sich die Nutzer ein umfassendes Bild von LANDR machen, bevor sie einen Bezahltarif auswählen. Zusätzlich gibt es zwei kostenlose MP3-Master. Zwar gibt es professionelle Studios, die kostenlose Testmaster anbieten, sind diese meistens auf ein einziges Exemplar limitiert.¹²² Bei der Preview-Funktion wäre laut Brian Hazard, Ian Shepherd und Joe Albano ein Lautheitsabgleich vorteilhaft.¹²³

Signifikante Kostenersparnis

Im Vergleich zu professionellen Mastering-Studios ist LANDR wesentlich günstiger. Selbst wenn man LANDR mit sehr günstigen Mastering-Studios wie SageAudio vergleicht, bietet der automatisierte Dienst für nur fünf Dollar mehr das Pro-Abonnement mit unlimitiertem Mastering. Seit der Partnerschaft mit SoundCloud können zudem komplett kostenlose, für SoundCloud optimierte Master hergestellt werden.¹²⁴

Zuverlässigkeit

Da das Mastering automatisiert erfolgt, kann es zu keinen Verzögerungen, Verspätungen oder Ausfällen (z.B. krankheitsbedingt) kommen. LANDR liefert stets konsistente Ergebnisse.

¹²¹ Vgl. zu diesen Absatz Kapitel 3.3 und Kapitel 4.1.2

¹²² Vgl. HOFA-Studios (Hrsg.): <https://hofa-studios.de/mastering/> (Zugriff: 06.07.2016)

¹²³ Vgl. zu diesem Absatz Kapitel 4.2

¹²⁴ Vgl. zu diesen Absatz Kapitel 3.3 und Kapitel 4.1.3

Weitere Einsatzgebiete

LANDR kann auch für einzelne Tonspuren beim Mixing verwendet werden. Durch die unbegrenzte Anzahl der Master bei den Bezahlтарifen können prinzipiell alle Tonspuren während der Musikproduktion vorgemastert werden. Beispielsweise um Ton-Aufnahmen lauter und druckvoller zu machen. Dadurch bietet LANDR also auch weitere kreative Einsatzmöglichkeiten außerhalb vom eigentlichen Mastering.¹²⁵

4.3.2 Nachteile gegenüber professionellem Mastering

Fehlendes musikalisches Verständnis

Ein ganz wichtiger Punkt ist es, dass es LANDR, technologisch bedingt, am musikalischen Verständnis und an künstlerischer Kreativität fehlt. Der automatisierte Mastering Algorithmus kann nicht entscheiden, welche Elemente in einem Musikstück besonders wichtig und welche problematisch sind. Besonders bei signifikanten Mix-Problemen kann LANDR keine passablen Lösungsansätze finden. Auf dieses Problem sind Ian Shepherd, Brian Hazard und Joe Albano in ihren Rezensionen explizit eingegangen.¹²⁶

Fehlende Kommunikation / fehlendes Mix-Feedback

Beim Mastering ist Kommunikation ein sehr wichtiger Aspekt. Dabei werden die Vorstellungen des Musikers zum gewünschten Klang erfasst. Ein Mastering-Ingenieur kann zudem Mix-Feedback geben und um eine Mix-Revision seitens des Produzenten bitten. LANDR kann kein Feedback zum Mix geben. Außerdem gibt es keine Möglichkeit Referenz-Musikstücke anzugeben, um die eigenen Vorstellungen vom Klang zu veranschaulichen. Außer der Intensität gibt es keine weiteren Optionen zur Klangreglung.¹²⁷

Keine Möglichkeit Alben zu mastern

LANDR mastert jedes Musikstück individuell und unabhängig vom anderen. Dadurch können keine, im Klage aneinander angepassten Singles oder Alben durch LANDR gemastert werden. Da viele Bands und Künstler ihre Musik meistens in einer Release-Form mit mehreren Musiktiteln veröffentlichen, verliert LANDR bei ihnen enorm an Attraktivität.

¹²⁵ Vgl. zu diesem Absatz Kapitel 4.1.2

¹²⁶ Vgl. zu diesem Absatz Kapitel 4.2.2

¹²⁷ Vgl. zu diesem Absatz Kapitel 4.2.2

5 Methodischer Teil

In diesem Kapitel wird der methodische Teil dieser Arbeit dokumentiert. Es werden die ausgewählten Methoden vorgestellt sowie ihr Aufbau erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse der jeweiligen Methoden präsentiert und reflektiert.

5.1 Technische Analyse & subjektive Bewertung

5.1.1 Vorbereitung der Untersuchung

Für diesen Teil wurden vier Musikexemplare von dem Mastering-Studio Sonority Lab aus Köln bereitgestellt.¹²⁸ Diese wurden dem Verfasser in Form von unbearbeiteten Mixen mit einer Auflösung von 24 Bit und als fertige Master in 16 Bit zur Verfügung gestellt. Das Mastering führte der leitende Mastering-Ingenieur – André Masterati – durch.

Musiktitel	Beschreibung
1) Tommy Lobenwein - Father and Son's	Ein Country Song mit männlichem Gesang, weiblichen Background Vocals und akustischen Instrumenten.
2) Hard-Fi - Move Over	Ein Alternative Rock Song mit männlichen Lead-Vocals, einer Vielzahl an akustischen Instrumenten und einer E-Gitarre im Chorus.
3) Dave Taye - Celebrate	Ein House Remix des Disco Klassikers Celebration von Kool & The Gang. Der Wunsch des Klienten war es ein möglichst lautes und druckvolles Master für den Clubeinsatz zu erstellen.
4) Stacia x Wunderwald – Please be Mine (Extended Mix)	Ein elektronischer Titel mit weiblichen Vocals, synthetischen Elementen, einer prägnanten Kick-Drum und Klavier-Einspielungen. Der Klient legte nach Angaben von André Masterati besonders viel Wert auf ein klares und dynamisches Master.

Tabelle 5 – Verwendete Musikstücke. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Die unbearbeiteten Mixe wurden mit der LANDR-App hochgeladen und nach dem Pro-Tarif mit einer Auflösung von 16 Bit und einer Samplerate von 44,1 kHz gemastert, um den Mastern von Sonority Lab in der Qualität zu entsprechen. Dabei wurde für alle Musikstücke außer dem Titel Celebrate von Dave Taye, welcher mit der hohen Intensität gemastert wurde, die mittlere Intensität ausgewählt. Alle Master wurden anschließend technisch und subjektiv analysiert. Die technische Analyse wurde durch den Verfasser mit Hilfe von verschiedener Software und Plugins durchgeführt. Die subjektive Bewertung der LANDR Master nahm dabei der Mastering-Ingenieur André Masterati vor. Der

¹²⁸ Vgl. Anlage 1

Verfasser übernahm hingegen sowohl die subjektive Bewertung der Sonority Lab Master als auch der LANDR-Master.

Bei der technischen Analyse wurden alle Exemplare auf folgendes untersucht:

- maximale Aussteuerung (Peak-Wert)
- Effektiv-Wert RMS auf die gesamte Länge
- Crest-Faktor auf die gesamte Länge
- Dynamikumfang in Abhängigkeit von RMS und Peak (DR)
- Dynamik in Abhängigkeit von momentanen LU und Peak-Werten (PSR)
- Clipping sowie Inter-Sample Peaks (und notwendige Korrektur)
- Die Waveform der Dateien

Für die Untersuchung verwendete Plugins:

Zur Messung von Peak, RMS und dem Dynamikumfang in Abhängigkeit von RMS und Peak wird der TT Dynamic Range Meter v.1.4 der Pleasurize Music Foundation verwendet.¹²⁹ Der Dynamikumfang wird dabei mit dem sogenannten DR-Wert angegeben. Dieser entspricht dem Dynamikumfang in Dezibel. Beispielsweise entspricht DR8 einem Dynamikumfang von 8 dB. Anhand vom gemessenen RMS und Peak wird der Crest-Faktor berechnet.

Zur Darstellung der momentanen Dynamik in Abhängigkeit von LU und Peak-Werten (PSR) sowie dem integrierten PLR (Gleiches auf die gesamte Dauer des Musikstückes) wird das Plugin Dynameter von MeterPlugs verwendet.¹³⁰ Mit diesem wird für jedes Master ein visueller Graph erstellt. Die dabei gewählte Metering-Voreinstellung ist „competitive“. Diese eignet sich ideal, um ein Musikstück auf Konkurrenzfähigkeit in der Lautheit und dennoch bewährte Dynamik zu testen. Der dabei empfohlene PSR ist 10. Einen PSR von 8 sollte das Musikstück vorzugsweise nie unterstreiten, da sonst die Gefahr einer starken Verzerrung besteht. Die Plattform ist auf Apple/AES gestellt, da diese für Portale wie iTunes und allgemein den digitalen Vertrieb optimiert ist. Diese gibt die Richtlinie für eine maximale integrierte Dynamik (PLR) an, ab welcher die Plattform einen Limiter einsetzt. Demzufolge sollte diese vorzugsweise nicht überschritten werden.

¹²⁹ Vgl. KVR (Hrsg.): https://www.kvraudio.com/product/tt_dynamic_range_meter_by_pleasurize_music_foundation (Zugriff: 09.07.2016)

¹³⁰ Vgl. MeterPlugs (Hrsg.): <http://www.meterplugs.com/dynameter> (Zugriff: 09.07.2016)

Die Waveform-Darstellungen werden innerhalb einer DAW inspiziert und bewertet, da anhand einer Waveform Aussagen über Limiting und Verzerrungen getroffen werden können, auch wenn das Signal unterhalb der maximalen Aussteuerung aussteuert. Dafür wird die DAW FL Studio 12 von Image Line verwendet.¹³¹

Auf Clipping sowie Inter-Sample Peaks werden die Musikstücke mit Hilfe vom FabFilter Pro-L Limiter überprüft.¹³² Dieser Limiter bietet eine integrierte Inter-Sample Peak Anzeige, welche zusätzlich die notwendige Pegel-Reduktion anzeigt. Inter-Sample Peaks sind ein Zeichen für Verzerrungen und sollten vorzugsweise vermieden werden.

Verwendetes Equipment zur subjektiven Bewertung der Sonority Lab Master:

Um bei der subjektiven Bewertung möglichst objektiv zu sein, wurden die Exemplare mit linearem Equipment untersucht. Dazu verwendete der Verfasser folgendes Equipment:

- Abhörmonitore: Yamaha HS8¹³³
- Kopfhörer: Beyerdynamics DT770 Pro 250 Ohm¹³⁴
- Externes Audiointerface: Komplete Audio 6¹³⁵

Der Abhörraum ist ein speziell eingerichtetes Schlafzimmer mit einigen Akustik-Elementen wie Diffusoren und Breitbandabsorbern. Die Monitore wurden nach akustischen Richtlinien positioniert und von den dedizierten Ständern mit speziellen Schaumstoffunterlagen akustisch isoliert, um Vibrationen zu vermeiden. Um die Wiedergabe noch linearer zu gestalten wurden die Kopfhörer sowie die Abhörmonitore mit der Kalibrierungssoftware Sonarworks Reference 3¹³⁶ linear kalibriert. Die Abhörbedingungen entsprechen zwar nicht großen, professionellen Studios, sind aber verhältnismäßig sehr hochwertig. Der Verfasser ist zudem mit dem Equipment und der Raumsituation bestens vertraut.

¹³¹ Vgl. ImageLine (Hrsg.): <https://www.image-line.com/flstudio/> (Zugriff: 09.07.2016)

¹³² Vgl. FabFilter (Hrsg.): <http://www.fabfilter.com/products/pro-l-brickwall-limiter-plugin-in> (Zugriff: 09.07.2016)

¹³³ Vgl. Thomann (Hrsg.): http://www.thomann.de/de/yamaha_hs_8.htm (Zugriff: 09.07.2016)

¹³⁴ Vgl. Thomann (Hrsg.): http://www.thomann.de/de/beyerdynamic_dt770pro.htm?ref=search_prv_1_2 (Zugriff: 09.07.2016)

¹³⁵ Vgl. Thomann (Hrsg.): http://www.thomann.de/de/native_instruments_komplete_audio_6.htm (Zugriff: 09.07.2016)

¹³⁶ Vgl. Kapitel 2.1.2

5.1.2 Ergebnisse der Untersuchung

Technische Analyse:

Alle LANDR-Master steuern unabhängig vom Ausgangsmaterial und Intensitätsstufe bei -0,30 dB FS aus. Damit wird digitales Clipping vermieden. Dies wird mit dem Einsatz eines Limiters und einer nachträglichen Reduktion des Pegels um -0,3 dB erreicht. Das Problem bei den LANDR-Master ist jedoch, dass sie bei allen Exemplaren Inter-Sample Peaks haben. Es ist ein Zeichen für den Einsatz von einem Limiter ohne einer Over-sampling-Funktion und einen Lookahead.¹³⁷ Zudem heißt es, dass der Limiter nicht speziell an das Musikstück angepasst wird, sondern vermutlich mit der gleichen Einstellung für jedes Musikstück eingesetzt wird. Besonders das dritte Exemplar zeigt enorm hohe Inter-Sample Peaks auf, welche bis zu 0,7 dB über der maximalen Aussteuerungsgrenze aussteuern. Die Sonority Lab Master haben hingegen keine fixe Aussteuerung und weisen zudem keine Inter-Sample Peaks auf, was auf einen bedachten und individuell-angepassten Einsatz von einem qualitativ hochwertigen Limiter hindeutet.¹³⁸

Der Dynamikumfang der LANDR-Master hängt von der Wahl der Intensität und vermutlich auch vom Genre ab. Bei mittlerer Intensität haben alle LANDR-Master die empfohlene mindest-Dynamik von 8 PSR. Dabei ist es feststellbar, dass akustische Songs wie Father and Sons's und Move Over dynamischer und etwas leiser sind als der EDM-Titel Please be Mine, trotz der Wahl der gleichen Intensität. Davon lässt sich eine Genre-abhängige Bearbeitung ableiten. Die maximale Peak-to-Loudness-Ratio (PLR) von 15 wird bei keinem LANDR-, aber auch Sonority Lab Master überschritten, womit es zu keinem Limiting durch Plattformen wie iTunes kommen kann.

Beim ersten Exemplar ist das LANDR-Master dynamischer als das Master von Sonority Lab. Mit einem minimalen PSR von 9 kommt es der allgemein empfohlenen Dynamik von mindestens 10 PSR sehr nah. Hingegen hat das Sonority Lab Master stellenweise eine niedrige Dynamik, was auch anhand der grafischen Darstellung im Dynameter bemerkbar ist. Der Grund für diesen Dynamikunterschied ist der überbetonte Gesang beim LANDR-Master. Die Musik wird durch den Gesang in den Hintergrund gedrückt, wodurch die durchschnittliche Lautheit nach LU sinkt. Damit haben die Peaks eine größere Differenz mit den LU-Einheiten, wodurch das Signal dynamischer wird. Das ist auch an der Waveform und am höheren Crest-Faktor zu erkennen.

¹³⁷ Vgl. Kapitel 2.2.5

¹³⁸ Vgl. zu diesem Kapitel Anlage 3 und Anlage 4

Beim zweiten Exemplar ist das Master von Sonority Lab etwas dynamischer und weist seltener stark komprimierte Stellen auf als das LANDR-Master. Der Crest-Faktor und der minimale PSR ist bei beiden Exemplaren vergleichbar. Die Waveform sieht beim Sonority Lab Master wesentlich konsistenter aus, wobei das LANDR-Master eine Absenkung des durchschnittlichen Pegels vor dem Chorus aufzeigt.

Das dritte Exemplar sollte nach Kundenwunsch so laut und druckvoll wie möglich werden und für den Clubeinsatz geeignet sein. Aus diesem Grund wurde für das Master die hohe Intensität gewählt. Das LANDR-Master ist mit einem Peak-zu-RMS-Dynamikumfang von 8 dB zwar für elektronische Tanzmusik noch relativ vertretbar, jedoch kommt es stellenweise zu extremen Verzerrungen, durch welche der minimale PSR auf 0 springt. Das heißt, dass der empfohlene mindest-PSR von 8 enorm unterstritten wird. Auch Sonority Lab erstellte hier das lauteste und am meisten komprimierte Master mit einem mindest-PSR von nur 7 und dem Dynamikumfang von 6 dB. Die Waveform sieht bei beiden Exemplaren vergleichbar aus.

Beim letzten Exemplar gibt es im Sonority Lab Master zwar eine stärker komprimierte Stelle, durch welche der mindest-PSR auf 7 sinkt, ist es aber generell viel dynamischer als das LANDR-Master. Das lässt sich anhand der grafischen Darstellung im Dynameter, aber auch am höheren Crest-Faktor, sowie DR-Wert belegen.

Subjektive Bewertung:

Beim LANDR-Master des ersten Exemplars kritisiert der Mastering-Ingenieur André Masterati eine leichte Verzerrung des Signals und den zu sehr in den Vordergrund gestellten Gesang, welcher außerdem störende Resonanzen erzeugen würde. Das Signal sei auf den ersten Blick zwar dynamischer, würde aber sehr platt klingen. Der Verfasser konnte die Verzerrungen und den generell überbetonten Gesang bestätigen. Zudem stellte der Verfasser fest, dass die Musikinstrumente zu wenig Präsenz und Klarheit haben. Auch die Bassgitarre ist in der Betrachtungsweise des Verfassers sehr schlecht definiert und kommt zu schwach rüber. Das Sonority Lab Master klingt hingegen ausbalanciert. Die Gesangsspur ist nicht überbetont und harmoniert mit den anderen Instrumenten. Auch die Bassgitarre kommt präsent, kräftig und definiert rüber. Das Master wirkt geschlossener und einheitlicher, aber auch die eigentliche Melodie ist in diesem Master erkennbarer. Die starke Kompression ist bei dem Mix notwendig gewesen, um den Gesang unter Griff zu bekommen.¹³⁹

¹³⁹ Vgl. zu diesem Absatz Anlage 2

Das LANDR-Master vom zweiten Exemplar kritisierte André Masterati für eine schlechte Monoübersetzung, insbesondere bei Percussion-Elementen, einen dröhnenden oberen Bassbereich beim Refrain und ein allgemein nicht ausbalanciertes Frequenzbild. Der Verfasser konnte die schlechte Mono-Kompatibilität der Shaker-Instrumente beim LANDR-Master bestätigen. Auch das Frequenzbild ist dem Verfasser zu dumpf und könnte einen High-Shelf-Boost mit dem Equalizer gebrauchen. Beim Sonority Lab Master ist die Monoübersetzung signifikant besser. Die Shaker-Elemente sind auch ohne die Seiten-Information präsent. Auch das Frequenzbild ist klarer. Im Vergleich zum LANDR-Master fällt auf, dass die Percussion-Elemente präsenter sind und das Signal prägnantere Höhen hat. Auch im Stereobild wirkt das Master breiter.¹⁴⁰

Beim dritten Exemplar weist der Mix nach Aussagen von André Masterati starke Defizite im Frequenzbild und der Monoübersetzung auf. LANDR sorgt nach seiner Bewertung für eine leichte Verbesserung im Frequenz- und Stereobild, jedoch würden notwendige Equalizer-Eingriffe fehlen. Außerdem kritisiert er einen Mangel im tiefen Frequenzbereich, durch welchen die Kickdrum zu wenig Druck erzeugt. Als positiv bewertet er den relativ geringen Limiter-Einsatz. Der Verfasser konnte bestätigen, dass der Frequenzbereich um 1 kHz einen unnatürlichen und hohlen Klang erzeugt. Mit einer Absenkung dieser Frequenzen um ca. 2 dB bei einem Q-Faktor von etwa 1 schafft man eine enorme Verbesserung. Außerdem kann durch einen leichten Boost mit einem Bell-Equalizer bei 55 Hz die Kickdrum druckvoll gemacht werden. Das Master von Sonority Lab hat in der Ansicht des Verfassers keines dieser Probleme, ist jedoch ein wenig zu basslastig. Eine Korrektur bei 45 Hz um -1 dB würde eine Verbesserung bringen.

Beim letzten Exemplar hat LANDR André Masterati mit einem ausgewogenen und druckvollen Master positiv überrascht. Der Bass sei kräftiger als bei seinem Master, jedoch gäbe es leichte Defizite im Stereobild und in der räumlichen Tiefe. Zudem könnte das Master einen leichten Boost in dem oberen Frequenzbereich mit einem High-Shelf-Equalizer gebrauchen. Der Verfasser konnte die Defizite in der Stereobreite und den hohen Frequenzen bestätigen. Zudem empfindet der Verfasser, dass die Vocals zu schwach rüberkommen. Durch eine Erhöhung des Frequenzbereichs um 500 Hz wäre das Problem behoben. Das Sonority Lab Master ist sehr klar und gut ausbalanciert, jedoch fehlt es ein wenig am Druck in den tiefen Frequenzen. Beim Einsatz von Bassboostern, beispielsweise bei Consumer-Anlagen mit Subwoofern, wäre der Klang jedoch wesentlich klarer.

¹⁴⁰ Vgl. zu diesem und folgenden Absätzen Anlage 2

5.2 Umfrage mit Blindversuch

5.2.1 Vorbereitung eines Blindversuches

Der zweite Teil der Methodik bestand aus einem Blindversuch, welcher mit den Musikexemplaren im Rahmen einer Online-Umfrage durchgeführt wurde. Damit wurde empirisch untersucht, welche Master die Probanden bevorzugen und ob sie überhaupt einen Unterschied zwischen den LANDR- und den Sonority Lab Mastern feststellen können. Dazu wurde ein spezieller Fragebogen konzipiert und die Versuchsexemplare entsprechend vorbereitet.

Zunächst wurden alle Musikexemplare kodiert. Damit sollte verhindert werden, dass die Probanden anhand von Dateinamen Rückschlüsse auf die Herkunft der Master machen. Die unterschiedlichen Versionen bekamen die Kennungen A bzw. B. Diese wurde zufällig zugeteilt. Folgende Tabelle veranschaulicht die gewählte Kodierung:

Musiktitel	Sonority Lab	LANDR	Korrektur
Tommy Lobenwein – Father and Son's	1A	1B	1A: -3,7 dB
Hard-Fi – Move Over	2B	2A	2A: -0,2 dB
Dave Tye – Celebrate	3A	3B	3A: -1,5 dB
Stacia X Wunderwald – Please be Mine	4A	4B	4B: -1,3 dB

Tabelle 6 – Kodierung der Exemplare und Pegelkorrektur

Um einen möglichst objektiven Vergleich zwischen den Master zu ermöglichen und psycho-akustische Effekte auszuschließen, mussten die Master in der Lautheit angepasst werden. Die Anpassung erfolgte nach der RMS-Methode. Hierfür verwendete der Verfasser die Messwerte der technischen Analyse und reduzierte die Pegel der lauterer Master um die Differenz der RMS-Werte. Um den Probanden zusätzlich einen direkteren Vergleich zu bieten, wurde für die vier Musikstücke jeweils eine Datei erstellt, bei welcher sich die beiden Versionen im Takt abwechseln. Jede dieser Dateien begann immer mit der A-Version und wechselte sich dann in kurzen Abschnitten mit der B-Version ab. Alle Dateien wurden dann im WAV-Format mit einer Auflösung von 16 Bit und einer Sample-rate von 44,1 kHz einzeln und als ZIP-Datei auf Google Drive hochgeladen. Zusätzlich wurde die ZIP-Datei mit dem Filehosting Dienst WeTransfer¹⁴¹ hochgeladen. Die Umfrage wurde durch Soziale-Netzwerke an die Studenten der Medien-Fakultät und an die Kommilitonen des Verfassers geschickt. Außerdem nahmen Bekannte, Freunde sowie Familienangehörige des Verfassers an der Umfrage teil.

¹⁴¹ Vgl. WeTransfer (Hrsg.): <https://www.wetransfer.com/> (Zugriff: 11.07.2016)

5.2.2 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen bestand aus einer Einleitung, Angaben zur Person, dem eigentlichen Blindversuch-Teil und einer Schlussfolie. In der Einleitung wurde der Versuchsablauf erläutert und die Links zu den Versuchsexemplaren angegeben. Die Probanden hatten die Wahl die Dateien bei Google Drive oder bei WeTransfer herunterzuladen. Außerdem wurden die Probanden darauf hingewiesen, dass sie Kopfhörer oder Externe-Lautsprecher verwenden sollten, da integrierte Laptop-Lautsprecher zur Bewertung der Exemplare unzureichend sind.¹⁴²

In den ersten fünf Fragen wurden die Probanden zu ihrer Person, ihrem Musikverhalten, sowie der Abhörsituation bei der Umfrage befragt. Durch die Frage nach dem Musikverhalten sollte die Musikerfahrung der Befragten erschlossen werden. Dabei wurde hauptsächlich in Wenig-Hörer, Vielhörer und Toningenieure bzw. Musiker unterschieden. Für die Auswertung war besonders die Frage nach der aktuellen Abhörsituation und der Qualität der Geräte relevant, da günstiges Equipment viele Klang-Details der Musikexemplare nicht aufzeigen könnte. Die Frage nach dem Geschlecht diente zur Kontrolle der Erhebungsgruppe. Eine Verteilung von 50% wurde zur besseren Repräsentativität angestrebt. Durch die Altersangabe konnte in Kombination mit der Angabe als Musiker bzw. Toningenieur die Erfahrung bestimmt werden. Beim Blindversuch mussten die Probanden angeben, welche Version sie bei den Musikexemplaren besser fanden oder ob sie keinen Unterschied festgestellt haben. Optional konnten die Befragten ihre Entscheidung begründen. Dafür wurde eine offene Form gewählt, um möglichst breitgefächerte Begründungen zu erhalten. Primäres Ziel bei dem Blindversuch war es herauszufinden, wie die LANDR-Master im Vergleich zu den Mastern von Sonority Lab abschneiden und wie groß der Anteil der Befragten ist, die keinen Unterschied feststellen konnten.

5.2.3 Ergebnisse der Umfrage

An der Umfrage nahmen 116 Personen teil, von denen 102 am Blindversuch teilnahmen. Bei der Auswertung werden nur abgeschlossene Umfragen berücksichtigt. Von den 102 Teilnehmern waren 55 (53,92%) männlich und 47 (46,8%) weiblich. Das entspricht in etwa der angestrebten Verteilung. Da sich die Umfrage auf Studenten fokussierte, waren ca. 85% der Befragten unter 29 Jahre alt. Knapp 90% der Befragten hören regelmäßig Musik, von denen etwas mehr als ein Drittel als Viel-Hörer bezeichnet werden können. An der Umfrage nahmen außerdem fünf Musiker bzw. Toningenieure teil, von denen jeder einen Unterschied zwischen den Mastern feststellen konnte.

¹⁴² Vgl. zu diesem Absatz und folgenden Absätzen des Kapitels 5.2.2 Anlage 5

Mehr als die Hälfte der Befragten nutzten für die Umfrage ausschließlich Kopfhörer. Etwa 30% haben die Exemplare über Externe-Lautsprecher angehört und etwa 12% nutzten sowohl Kopfhörer als auch Externe-Lautsprecher. Die Hälfte der Befragten gab an, dass ihr Equipment aus dem mittleren Qualitätssegment sei. Hochwertiges Equipment verwendete knapp ein Fünftel der Befragten, und günstiges Equipment war mit etwas mehr als einem Fünftel vertreten. Nur vier Personen verwendeten Studio-Equipment bzw. Equipment der Spitzenklasse.

Ergebnisse des Blindversuchs:

Beim ersten Exemplar wurde das Master von Sonority Lab (1A) mit 76% (63 Personen von 83) bevorzugt. Dazu zählten auch alle fünf Musiker bzw. Toningenieure. Die meisten Probanden gaben bei der optionalen Begründung an, dass der Gesang beim Exemplar 1B viel zu laut und dominant ist, was sich auch mit den Ergebnissen der subjektiven Analyse aus dem Kapitel 5.1.2 deckt. Das LANDR-Master (1B) bekam nur 24% (20 Teilnehmer von 83) der Stimmen. In der Begründung gaben die Probanden an, dass ihnen der dominantere Gesang mehr zusagte. Von den 102 Teilnehmern konnten 19 Personen (ca. 18%) beim ersten Exemplar keinen Unterschied zwischen den beiden Masters feststellen. Darunter verwendeten 6 Personen günstiges, 12 Personen mittelmässiges und 1 Person hochwertiges Equipment. Überraschend ist zudem, dass von den 19 Personen die Hälfte angegeben haben, dass sie viel und aktiv Musik hören und davon eine Person das hochwertige Equipment verwendet hat.

Beim zweiten Exemplar wurde das Master von Sonority Lab (2B) mit 60% (47 Personen von 78) bevorzugt. Dazu zählten drei der Musiker bzw. Toningenieure. Die Begründungen der Probanden fokussierten sich auf klarere Höhen. Das LANDR-Master (2A) bekam 40% (31 Personen von 78) der Stimmen. In der Begründung für 2A gaben viele Personen an, dass die Höhen für sie wiederum zu scharf und prägnant waren. Von den 102 Teilnehmern konnten 24 Personen (ca. 24%) keinen Unterschied zwischen den beiden Masters feststellen. Darunter verwendeten 5 Personen günstiges, 16 Personen mittelmässiges und 3 Personen hochwertiges Equipment. Auch hier war es überraschend, dass von den 24 Personen 9 angegeben haben, dass sie viel und aktiv Musik hören.

Beim dritten Exemplar wurde das Master von Sonority Lab (3A) mit 79% (66 Personen von 84) bevorzugt. Dazu zählten überraschender Weise nur zwei der Musiker bzw. Toningenieure. In der Begründung gingen die Probanden größtenteils auf den prägnanteren und druckvolleren Bass ein. Das LANDR-Master (3B) bekam 21% (18 Personen von 84) der Stimmen. Von den 102 Teilnehmern konnten 18 Personen (ca. 18%) keinen Unterschied feststellen. Darunter verwendeten 4 Personen günstiges-, 12 Personen mittelmässiges- und 2 Personen hochwertiges Equipment.

Beim letzten Exemplar wurde das Master von Sonority Lab (4A) mit nur 52% (48 Personen von 92) bevorzugt. Die Teilnehmer gaben an, dass ihnen die Klarheit im Klang und die bessere Differenzierbarkeit des Gesangs mehr zusagten. Vier der Musiker bzw. Toningenieure entschieden sich für diese Variante. Das LANDR-Master (4B) bekam 48% (44 Personen von 92) der Stimmen. Einer der Musiker bzw. Toningenieure entschied sich für diese Variante. Die meisten Probanden gaben an, dass ihnen der kräftigere und druckvollere Bass mehr zusagte. Nur 10 Personen konnten bei diesem Exemplar keinen Unterschied zwischen den Mastern feststellen. Darunter haben 3 Personen günstiges, 5 Personen mittelklassiges und 2 Personen hochwertiges Equipment verwendet.

Probanden mit günstigem Equipment (24 Personen) haben sich beim ersten Exemplar mit 77%, beim zweiten Exemplar mit 63%, beim dritten Exemplar mit 81% und beim vierten Exemplar mit 62% für das Sonority Lab Master entschieden. Durchschnittlich konnte ein Fünftel der Probanden aus dieser Gruppe keinen Unterschied zwischen den Mastern feststellen.

Probanden mit Equipment aus dem mittleren Qualitätssegment (54 Personen) haben sich beim ersten Exemplar mit 76%, beim zweiten Exemplar mit 58%, beim dritten Exemplar mit 79% und beim vierten Exemplar mit 53% für das Sonority Lab Master entschieden. Durchschnittlich konnten 11 Probanden aus dieser Gruppe keinen Unterschied zwischen den Mastern feststellen.

Probanden mit hochwertigem und sehr hochwertigem Equipment (24) haben sich beim ersten Exemplar mit 74%, beim zweiten Exemplar mit 61%, beim dritten Exemplar mit 72% und beim vierten Exemplar mit nur 38% für das Sonority Lab Master entschieden. Durchschnittlich konnten nur zwei Probanden aus dieser Gruppe keinen Unterschied zwischen den Mastern feststellen. Jeder mit spitzenklassigem bzw. Studio-Equipment konnte einen Unterschied zwischen den Mastern feststellen.

Es gab insgesamt 13 Probanden, die sich ausschließlich für die Master von Sonority Lab entschieden haben, und nur eine einzige Person, die sich ausschließlich für LANDR-Master entschieden hat.

5.3 Fazit der Umfrage und der Analyse

Die technische Analyse hat gezeigt, dass LANDR bei mittlerer Intensität dynamische und durchaus laute Master erzeugt. Zudem konnte bei den Exemplaren mit mittlerer Intensität eine Genre abhängige Kompression und Lautheit festgestellt werden. Die Wahl der hohen Intensität führt bei LANDR zu starken und hörbaren Verzerrungen. Außerdem konnte die technische Analyse aufzeigen, dass LANDR für alle Exemplare identische Limiter-Einstellungen nutzt und auf Funktionen wie Lookahead und Oversampling verzichtet. Aus diesem Grund hat LANDR Probleme mit Inter-Sample Peaks. LANDR kann zudem kein Feedback zum Mix geben. Der subjektive Teil der Analyse zeigte, dass LANDR problematische Mixe nicht beheben kann, besonders bei Problemen in der Balance oder im Frequenzbild. Bei guten Mixen kann LANDR aber durchaus befriedigende Ergebnisse liefern.¹⁴³

Der Erhebungszeitraum der Umfrage ging vom 01.07.2016 bis zum 13.07.2016. Planmäßig waren 7 Tage vorgesehen, jedoch musste der Zeitraum aufgrund vom Teilnehmer-Mangel verlängert werden. Der Verfasser strebte eine Anzahl von mindestens 100 Personen an. Insgesamt gab es 116 Teilnehmer, von denen 102 den Blindversuch-Teil durchgeführt haben.¹⁴⁴ In Anbetracht des relativ hohen Aufwands zur Durchführung des Blindversuches ist es aber durchaus ein solides Ergebnis. Solch eine Umfrage wirkt abschreckend, jedoch konnte der Verfasser keine alternative Methode finden, mit welcher die Versuchsexemplare in voller WAV-Qualität zur Verfügung gestellt werden könnten. Es gab im Voraus Überlegungen die Exemplare auf SoundCloud hochzuladen. Das hätte aber die Exemplare in MP3-Dateien mit einer Bitrate von 128 kbit/s umgewandelt, was den gewünschten Qualitätsstandards nicht entsprechen würde. Ursprünglich war die Verwendung von einem fünften Kontroll-Exemplar mit zwei absolut identischen Versionen geplant, jedoch konnte der Verfasser nur vier Exemplare von dem Mastering Studio lizenzieren. Es gab Überlegungen ein Musikexemplar des Verfassers zu verwenden, jedoch musste er feststellen, dass die Dateigröße bei vier Exemplaren bereits 170 MB übersteigt. Ein weiteres Exemplar würde zu einer höheren Absprungrate bei dem Blindversuch führen, da dadurch die Download-Zeit noch weiter ansteigen würde. Aus diesem Grund musste der Versuch auf nur vier Exemplare limitiert werden. Die Wahl des Dienstes Umfrageonline zur Durchführung der Umfrage erwies sich als eine richtige Entscheidung, da dieser eine intuitive Benutzung und eine effektive Auswertung ermöglicht. Zudem konnten alle Antworten als Excel-Datei exportiert werden. Der Blindversuch konnte zeigen, dass die Probanden unabhängig von der Qualität des Equipments größtenteils Sonority Lab Master bevorzugen. Es gab auch wesentlich mehr Personen, die sich ausschließlich für Sonority Lab Master entschieden haben. Es hat den Verfasser nicht überrascht, dass das LANDR-Master beim vierten Exemplar relativ gut abgeschnitten hatte, da dieses einen kräftigeren Tiefenbereich aufweisen konnte.

¹⁴³ Vgl. zu diesem Absatz Kapitel 5.1.2

¹⁴⁴ Vgl. Anlage 6

6 Schlussbetrachtungen

6.1 Beantwortung der Leitfragen

Auf Grundlage der ausführlichen Analyse von LANDR, welche auch Produkt-Rezensionen bekannter Mastering-Ingenieure und Musikmagazine mit einbezogen hatte, konnte die erste Leitfrage nach den Vor- und Nachteilen vom automatisierten Audio Mastering gegenüber professionellem Mastering diskutiert werden. Die erschlossenen Vor- und Nachteile wurden im Kapitel 4.3 aufgeführt. Besonders die Schnelligkeit und die Kosten-Effizienz sind die entscheidenden Vorteile von LANDR. Jedoch fehlt es dem automatisierten Dienst am musikalischen Verständnis und einer Möglichkeit Alben zu mastern. Damit verliert LANDR bei der wichtigsten Zielgruppe, nämlich Bands, die mit einem Album debütieren möchten, an Relevanz. Der größte Nachteil von LANDR ist aber die fehlende Kommunikation mit den Künstlern bzw. Produzenten, wodurch es nicht möglich ist Absprachen zum gewünschten Klang zu machen und auf Schlüsselemente des Musikstücks einzugehen. Die LANDR-Analyse hat außerdem Anhaltspunkte zur Beantwortung der zweiten Leitfrage nach der aktuellen Position von LANDR in der Musikindustrie gegeben. LANDR hat unter automatisierten Online Mastering Diensten beinahe eine Monopolstellung. Besonders mit aktiver Promotion durch Beteiligungen an Remix-Contests, gutes Social-Media-Marketing und eine sehr intuitive Benutzeroberfläche konnte sich LANDR von der Konkurrenz abheben. Durch aktuelle Partnerschaften mit SoundCloud und Cakewalk sichert sich LANDR die Marktposition.

Zur dritten Leitfrage konnte die technische Analyse und die subjektive Bewertung der Versuchsexemplare sowie die Ergebnisse des Blindversuchs eine Antwort bieten: LANDR kann zwar befriedigende Ergebnisse beim Mastering liefern (siehe viertes Exemplar), jedoch sind dafür problemlose und gute Mixe notwendig. Befriedigende Ergebnisse widersprechen jedoch dem eigentlichen Grundsatz vom Mastering, da es bei diesem Prozess um bestmögliche und nicht befriedigende Ergebnisse geht. Der Blindversuch konnte zeigen, dass LANDR einem professionellen Mastering-Ingenieur in allen Exemplaren unterlegen ist. Der Großteil der Teilnehmer stimmte für die Master von Sonority Lab. Der Blindversuch zeigte auch, dass durchschnittlich 82% der normalen Musikkonsumenten durchaus einen Unterschied zwischen den Mastern von Sonority Lab und LANDR feststellen konnten. Das heißt aber auch, dass ca. 18% der normalen Musikkonsumenten keinen Unterschied feststellen können, womit die vierte Leitfrage ebenfalls beantwortet wäre.

6.2 Fazit und Ausblick

In Anbetracht der Ergebnisse dieser Arbeit und der Antworten auf die Leitfragen kann die zentrale Fragestellung folgendermaßen beantwortet werden: der automatisierte Online Mastering Dienst LANDR kann professionelles Mastering nicht ersetzen. Dies wird so lange der Fall sein, bis der Algorithmus ein musikalisches Verständnis und eine Möglichkeit zu kommunizieren sowie Alben zu mastern entwickelt. Besonders wenn der Mix Probleme aufweist und bestmögliche Ergebnisse erwartet werden, sollte auf professionelle Mastering Dienste zurückgegriffen werden. Der Verfasser geht davon aus, dass der Großteil der kommerziellen Musik auch in naher Zukunft von professionellen Mastering-Ingenieuren oder den Musikproduzenten selbst gemastert wird.

LANDR ist dennoch eine kostengünstige und schnelle Methode Audiodateien im Klang aufzuwerten und in der Lautheit an Industriestandards anzupassen. Dadurch könnte der Dienst in Ausnahmefällen eine zweckmäßige Alternative sein, beispielsweise für Demoaufnahmen. Musikproduzenten, welche einen guten Mix erstellen können, sollten, laut mehreren erfahrenen Mastering-Ingenieuren, in der Lage sein mit den Standard-Tools einer DAW bessere Resultate beim Mastering zu erzielen. Der Verfasser kommt zum Ergebnis, dass es sich für Hobbymusiker und angehende Künstler mehr lohnen würde Kenntnisse auf dem Gebiet Mixing und Mastering zu sammeln und die eigenen Produktionen selbstständig zu mastern. Ab einem größeren Bekanntheitsgrad sollten jedoch die Dienste von professionellen Mastering-Ingenieuren in Erwägung gezogen werden.

Der Verfasser ist dennoch davon überzeugt, dass die Musikproduktionssoftware mit der Zeit intelligenter wird und automatisierte Mixing- und Mastering-Funktionen eine größere Rolle spielen könnten.

Literaturverzeichnis

Fachliteratur:

Katz, Bob (Hrsg.): Mastering Audio, GC Carstensen, 2007

Senior, Mike (Hrsg.): Mixing Secrets for the Small Studio, Focal Press, 2013

Dickreiter, Michael / **Dittel**, Volker / **Hoeg**, Wolfgang / **Wöhr**, Martin (Hrsg.): Handbuch der Tonstudioteknik, De Gruyter Saur, 2008

Online-Quellen:

Abbey Road Studios (Hrsg.): <http://www.abbeyroad.com/online-mastering> (Zugriff: 21.06.2016)

Abbey Road Studios (Hrsg.): <http://admin.abbeyroad.com/Content/media/mastering-rooms//130887571298484508.jpg> (Zugriff: 13.06.2016)

Ask.Audio (Hrsg.): <https://ask.audio/> (Zugriff: 04.07.2016)

Ask.Audio (Hrsg.): <https://ask.audio/articles/review-landr-online-mastering> (Zugriff: 04.07.2016)

Audio Engineering Society (Hrsg.): <http://www.aes.org/technical/documentDownloads.cfm?docID=65> (Zugriff: 09.06.2016)

Audio Mastering Service (Hrsg.): <http://www.audiomasteringservice.com/de/> (Zugriff: 21.06.2016)

Avid (Hrsg.): https://apps.avid.com/ecom/Graphics/PT12_UI.jpg (Zugriff: 14.06.2016)

BVM (Hrsg.): <http://www.musikindustrie.de/fileadmin/piclib/publikationen/BVMI-2015-Jahrbuch-ePaper.pdf> (Zugriff: 17.06.2016)

Cakewalk (Hrsg.): <https://www.cakewalk.com/Products/SONAR/LANDR> (Zugriff: 21.06.2016)

Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/faq/dezibel-db-dbf-dba-30138/> (Zugriff: 06.06.2016)

Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/musikproduktion/abmischen-im-kopfhoerer-1815/> (Zugriff: 13.06.2016)

Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/video-workshops/musikproduktion-wie-funktioniert-kompressor-3085/> (Zugriff: 15.06.2016)

Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/musikproduktion/video-workshop-effekt-grundlagen-expander-noise-gate-2875/> (Zugriff: 15.06.2016)

Delamar (Hrsg.): <http://www.delamar.de/musikproduktion/audio-mastering-3208/> (Zugriff: 21.06.2016)

Delamar (Hrsg.): http://www.delamar.de/wp-content/uploads/2015/08/dezibel_faq_bewertungsfilter-750x734.png (Zugriff: 03.06.2016)

Dynamic Range Database (Hrsg.): <http://dr.loudness-war.info/> (Zugriff: 06.06.2016)

Dynamic Range Database (Hrsg.): <http://dr.loudness-war.info/album/list/year?artist=Red+Hot+Chili+Peppers> (Zugriff: 07.06.2016)

Dynamic Range Database (Hrsg.): <http://dr.loudness-war.info/album/view/83434> (Zugriff: 07.06.2016)

eContact! (Hrsg.): http://econtact.ca/9_4/blessor.html (Zugriff: 06.06.2016)

eMastered (Hrsg.): <https://emastered.com/> (Zugriff: 19.06.2016)

FabFilter (Hrsg.): <http://www.fabfilter.com/products/pro-l-brickwall-limiter-plugin-in> (Zugriff: 09.07.2016)

HOFA-Studios (Hrsg.): <https://hofa-studios.de/mastering/> (Zugriff: 06.07.2016)

Home Studio Corner (Hrsg.): <http://www.homestudiocorner.com/24-bit-vs-16-bit/> (Zugriff: 06.06.2016)

Home Studio Corner (Hrsg.): <http://www.homestudiocorner.com/24-bit-vs-16-bit/> (Zugriff: 07.06.2016)

IETF Tools (Hrsg.): <https://tools.ietf.org/html/rfc3003> (Zugriff: 08.06.2016)

IETF Tools (Hrsg.): <https://tools.ietf.org/html/rfc2361> (Zugriff: 08.06.2016)

ImageLine (Hrsg.): <https://www.image-line.com/flstudio/> (Zugriff: 09.07.2016)

International Telecommunication Union (Hrsg.): https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-3-201208-S!!PDF-E.pdf (Zugriff: 19.06.2016)

ITWissen (Hrsg.): <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/audio-interchange-file-format-AIFF-AIFF-Dateiformat.html> (Zugriff: 08.06.2016)

Kosmic (Hrsg.): <http://www.kosmic.com.au/> (Zugriff: 09.06.2016)

KVR (Hrsg.): https://www.kvraudio.com/product/tt_dynamic_range_meter_by_pleasurize_music_foundation (Zugriff: 09.07.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.facebook.com/LANDRmusic/?fref=ts> (Zugriff: 21.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/about> (Zugriff: 24.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de> (Zugriff: 21.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/app> (Zugriff: 24.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/prepare-music-landr-mastering/> (Zugriff: 21.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/pricing> (Zugriff: 26.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/de/soundcloud> (Zugriff: 26.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/introducing-sonian-1-0-biggest-landr-update-ever/> (Zugriff: 04.07.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <http://blog.landr.com/remixremodel-dj-mag-landr/> (Zugriff: 21.06.2016)

LANDR Audio Inc. (Hrsg.): <https://www.landr.com/img/logo-landr.png> (Zugriff: 05.06.2016)

Lärmorama (Hrsg.): http://www.laermorama.ch/m1_akustik/schallpegel_w.html (Zugriff: 03.06.2016)

Mastering Media (Hrsg.): <http://mastering-media.co.uk/contact/> (Zugriff: 02.07.2016)

MeterPlugs (Hrsg.): <http://www.meterplugs.com/dynameter> (Zugriff: 09.07.2016)

MPEGEEdit (Hrsg.): http://mpgedit.org/mpgedit/mpeg_format/MP3Format.html (Zugriff: 08.06.2016)

Noble Amplifier Company (Hrsg.): <http://nobleamps.com/img/PeakvsRMS.png> (Zugriff: 04.06.2016)

Passive Promotion (Hrsg.): <http://passivepromotion.com/a-mastering-engineers-guide-to-final-mixdown> (Zugriff: 04.07.2016)

Passive Promotion (Hrsg.): <http://passivepromotion.com/a-mastering-engineers-guide-to-Presonus> (Hrsg.): <http://www.presonus.com/news/articles/sample-rate-and-bit-depth> (Zugriff: 08.06.2016)

Resonance Mastering (Hrsg.): <http://resonancemastering.com/about> (Zugriff: 04.07.2016)

Production Advice (Hrsg.): <http://productionadvice.co.uk/about/> (Zugriff: 02.07.2016)

Sage Audio (Hrsg.): <http://www.sageaudio.com/> (Zugriff: 21.06.2016)

SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/RechnerSonephon.htm> (Zugriff: 02.06.2016)

SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/RechnerSonephon.htm> (Zugriff: 02.06.2016)

SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/ZulaessigeEinwirkungszeit.htm>. (Zugriff: 05.06.2016)

SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/SonePhonTabelle.gif> (Zugriff: 09.06.2016)

SengpielAudio (Hrsg.): <http://www.sengpielaudio.com/ISO226LoudnessCurves.gif> (Zugriff: 09.06.2016)

Social Media Statistiken (Hrsg.): <http://www.socialmediastatistik.de/soundcloud-mit-250-millionen-nutzern/> (Zugriff: 17.06.2016)

Sonority Lab (Hrsg.): <https://www.sonority-lab.de/> (Zugriff: 21.06.2016)

SoundOnSound (Hrsg.): <https://www.soundonsound.com/sos/may14/articles/reference-monitoring.htm> (Zugriff: 05.06.2016)

Spotify (Hrsg.): <https://news.spotify.com/de/2015/12/01/jahresrueckblick-in-musik-so-klingt-2015/> (Zugriff: 17.06.2016)

Sterling Sound (Hrsg.): <https://booking.sterling-sound.com/#book/ted> (Zugriff: 21.06.2016)

Sterling Sound (Hrsg.): http://sterling-sound.com/wp-content/uploads/IMG_5368QBacon-e1350918174280.jpg (Zugriff: 18.06.2016)

Steinberg Media Technologies (Hrsg.): <http://www.steinberg.net/de/company/about-steinberg.html> (Zugriff: 15.06.2016)

Thomann (Hrsg.): http://www.thomann.de/de/native_instruments_komplete_audio_6.htm (Zugriff: 09.07.2016)

Thomann (Hrsg.): http://www.thomann.de/de/beyerdynamic_dt770pro.htm?ref=search_prv_1_2 (Zugriff: 09.07.2016)

Thomann (Hrsg.): http://www.thomann.de/de/yamaha_hs_8.htm (Zugriff: 09.07.2016)

Thomann (Hrsg.): https://thumbs4.static-thomann.de/thumb/bdbmagic/pics/bdb/106864/9154081_800.jpg (Zugriff: 20.06.2016)

Thomann (Hrsg.): <https://bdbo2.thomann.de/thumb/bdb2500/pics/bdbo/8653901.jpg> (Zugriff: 15.06.2016)

Wavemod (Hrsg.): <https://www.wavemod.com/> (Zugriff: 19.06.2016)

WeTransfer (Hrsg.): <https://www.wetransfer.com/> (Zugriff: 11.07.2016)

Xiph.Org Foundation (Hrsg.): <https://xiph.org/~xiphmont/demo/neil-young.html> (Zugriff: 07.06.2016)

XLR8R (Hrsg.): <https://www.xlr8r.com/about/> (Zugriff: 04.07.2016)

XLR8R (Hrsg.): <https://www.xlr8r.com/reviews/2016/01/review-landr/> (Zugriff: 04.07.2016)

YouTube:

Ian Shepherd (Hrsg.): LANDR: Automated online mastering - but is it any good ?, Video, Veröffentlicht auf YouTube am 17.09.2014, <https://www.youtube.com/watch?v=yAiiHritYfo> (Zugriff: 04.07.2016)

Sonicstate (Hrsg.): NAMM 2015: The Future Of Online Mastering With MixGenius, Video, veröffentlicht auf YouTube am 26.01.2015, <https://www.youtube.com/watch?v=d9htueuU07Y> (Zugriff: 26.06.2016)

Sony Music (Hrsg.): The CD manufacturing process of history (1994). Video, Reupload auf YouTube am 14.03.2011, <https://www.youtube.com/watch?v=FfRi7UrizCA> (Zugriff: 18.06.2016)

Schriftlicher Kontakt:

Sonority Lab: André Masterati, kontakt@sonority-lab.de, Feedback am 30.06.2016

Musiktitel:

Dave Taye – Celebrate

Hard-Fi – Move Over

Stacia X Wunderwald – Please be Mine (Extended Mix)

Tommy Lobenwein – Father and Son's

Anhang

Anlage 1:

Versuchsexemplare, Originaldateien und Mixe:

Alle Versuchsexemplare, Originaldateien und Mixe sind unter folgendem Link zu finden:

https://drive.google.com/open?id=0Bzss_0v61PwXZUtib3QzbIJfbDQ

Anlage 2:

Das Feedback von Andre Masterati von Sonority Lab:

„Hallo Roman,
Hier mein Feedback:

Father and Son's:

Beim ersten Abspielen hört sich das Master überraschend kräftig und im Intro sehr ausgewogen an. Sobald aber der erste Verse einsetzt werden die Probleme offensichtlich. Das Signal zerrt etwas, die Stimme kommt zu weit in der Vordergrund und schmeißt einem unangenehme Resonanzen im unteren Mitten- und oberen Bassbereich entgegen. Ein Blick im Sequenzer auf die Audiospur lässt das Signal dynamischer als das eigene Master erscheinen, der Klang ist aber eher gedrückt. Die Reduzierung mit dem Limiter scheint ok, wäre allerdings nicht nötig gewesen.

Move Over:

Erster Check auf Mono: Das LANDR Master bietet hier eine sehr schlechte Übersetzung. Die Percussion Elemente verschwinden in den Hintergrund, der Titel klingt als hätte man ihn mit einer Walze Platt gefahren. Auf Stereo klingt es dann schon etwas besser, jedoch nicht überzeugend. Mit einem Kompressor Plugin mit Standard Presets und einem Limiter kommt man sicher in 2 Minuten auf ein ähnliches Ergebnis. Des Weiteren dröhnt der Bass im Refrain zu gewaltig im oberen Bassbereich. Das Frequenzbild ist im Allgemeinen nicht ausbalanciert. Die Stärken des Mixes wurden nicht hervorgehoben und die Probleme nicht eliminiert.

Celebrate:

Der Mix weist sehr starke Defizite im Frequenzbild und der Monoübersetzung auf. Die Vocals sind stark gezerrt in den oberen Peaks. LANDR wirkt hier mit einer leichten Verbesserung. Das Frequenzbild ist etwas ausgeglichener. Notwendige chirurgische Eingriffe mit dem EQ fehlen. Das Stereobild ist leicht erweitert. Dem Kunden war wichtig, dass der Song für den Clubeinsatz ordentlich Druck in der Kickdrum bekommt. LANDR hat jedoch starke Defizite im Tiefenbereich, was den Song sehr dünn erscheinen lässt. Positiv ist der geringe Limiter Einsatz bei moderater Kompression. Im Gesamtbild sicherlich eine Verbesserung, aber lange nicht das, was ein guter Mastering-Engineer erreichen kann. und nicht nach Kundenwunsch.

Please be mine:

Hier hat mich LANDR am positivsten überrascht. Wie für den Clubeinsatz gewünscht produziert LANDR hier einen satten Bass und eine kräftige Kick, welche jedoch etwas schwammig ist. Die schwammige Kickdrum resultiert schon vom Mix, bzw. der Instrumentenauswahl, weshalb wir uns im Studio Master mit dem Klienten nach Rücksprache auf eine andere Lösung einigen mussten. Das LANDR Master klingt durch den Bass kräftiger als das eigene Master, macht dafür Einbußen in der räumlichen Tiefe und Stereobreite. Der Titel könnte meiner Meinung nach mehr Höhen durch einen High-Shelf EQ vertragen. An dieser Stelle kann man aber sagen, dass dies analog mit einem hochwertigen EQ wesentlich angenehmer klingen würde. Beim LANDR Master ist mir zudem aufgefallen, dass ab und an die Percussion Elemente verschwinden, und in Mono schon gar nicht existieren.

Mein Fazit zu LANDR:

Beim ersten Anhören ohne direkte Vergleiche scheinen die Master OK zu sein. In 3 von 4 Songs wertet es das Signal etwas auf, kommt jedoch lange nicht an ein Master von einem guten, erfahrenen Engineer heran. LANDR macht hier mit dem EQ nur grobe Eingriffe im Boost und Cut über ein weites Frequenzspektrum pro Band. Dies führt unter anderem schnell dazu, dass gewisse wichtige Instrumente in den Hintergrund verschwinden. Hier im Test sind mir da vor allen die Percussions und Snare-Drums aufgefallen. Obwohl LANDR hier im Test wenig komprimiert hat, wirken die Titel nach dem Master etwas platt. Es fehlt die Räumlichkeit. Auch fehlt mir das Analoge Mojo - Ein Plugin kann eben nicht den Titel mit schönen Obertönen anreichern wie es zum Beispiel die Röhren in einem analogen hochwertigen EQ tun.

Eine weitere große Schwachstelle sehe ich bei LANDR im Check der Mixe, sowie bei der Kommunikation mit dem Kunden. LANDR kann nicht auf Kundenwünsche eingehen, die Mixe auf Defizite überprüfen und dem Kunden mitteilen, ob und was noch geändert werden sollte, um ein bestmögliches Mastering-Ergebnis zu erzielen. Mehrere Titel die zusammen auf ein Projekt veröffentlicht werden sollen, werden klanglich nicht aufeinander abgestimmt. Eine eventuelle Veröffentlichung auf Vinyl wird ebenfalls nicht berücksichtigt. Zudem fehlt dem Algorithmus ein Gefühl zu erkennen, was der Musiker mit seinem Werk ausdrücken möchte. Für mich als Mastering Engineer geht es immer darum einen Titel klingen und wirken zu lassen, wie es sich der Künstler oder Produzent vorgestellt haben, aber nicht erreichen konnten - und im Besten Fall darüber hinaus.

Anlage 3:

Messwerttabelle der technischen Exemplar-Analyse:

*Hinweis: LANDR-Master sind gelb gekennzeichnet.

*Bei den Peak- und RMS-Werten wurde der höchste Wert der beiden Stereo-Kanäle genommen.

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Peak	-0,17	-0,30	-0,30	-0,21	-0,11	-0,30	-0,00	-0,30
RMS	-9,1	-12,8	-11,7	-11,9	-8,1	-9,6	-10,5	-9,2
Crest	8,93	12,5	11,4	11,7	8	9,3	10,5	8,9
DR	8	11	8	9	6	8	9	7
Min PSR	8	9	8	8	7	0	7	8
Clipping	-	-	-	-	-	-	-	-
ISP	-	ja	ja	-	-	ja	-	ja
ISP-Headroom	-	-0,5	-0,5	-	-	-0,7	-	-0,1

Abbildung 31 – Gegenüberstellung der Messwerte der technischen Analyse. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Anlage 4)

Legende:

- 1: Tommy Lobenwein – Father and Son's
- 2: Hard-Fi – Move Over
- 3: Dave Taye – Celebrate
- 4: Stacia X Wunderwald – Please be Mine (Extended Mix)

Anlage 4:

Exemplar 1) Tommy Lobenwein – Father and Son's (links: Sonority Lab, rechts: LANDR)



Abbildung 32 – Exemplar 1: Dynameter Graph der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

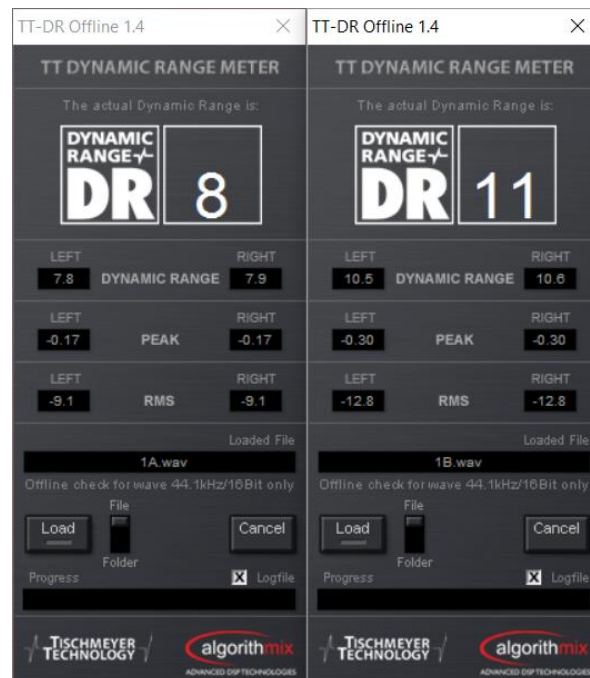


Abbildung 33 – Exemplar 1: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)



Abbildung 34 – Exemplar 1: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)



Abbildung 35 – Exemplar 1: Waveform Darstellung beider Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Exemplar 2) Hard-Fi - Move Over (links: LANDR, rechts: Sonority Lab)



Abbildung 36 – Exemplar 2: Dynameter Graph der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

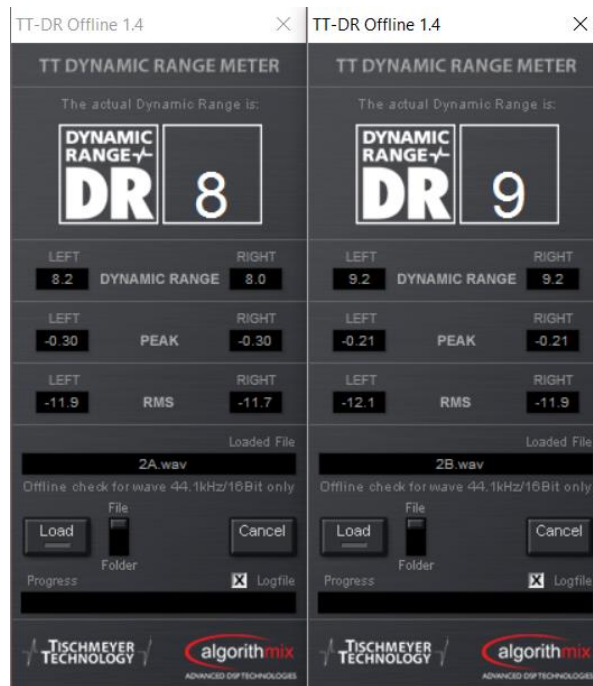


Abbildung 37 – Exemplar 2: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)



Abbildung 38 – Exemplar 2: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

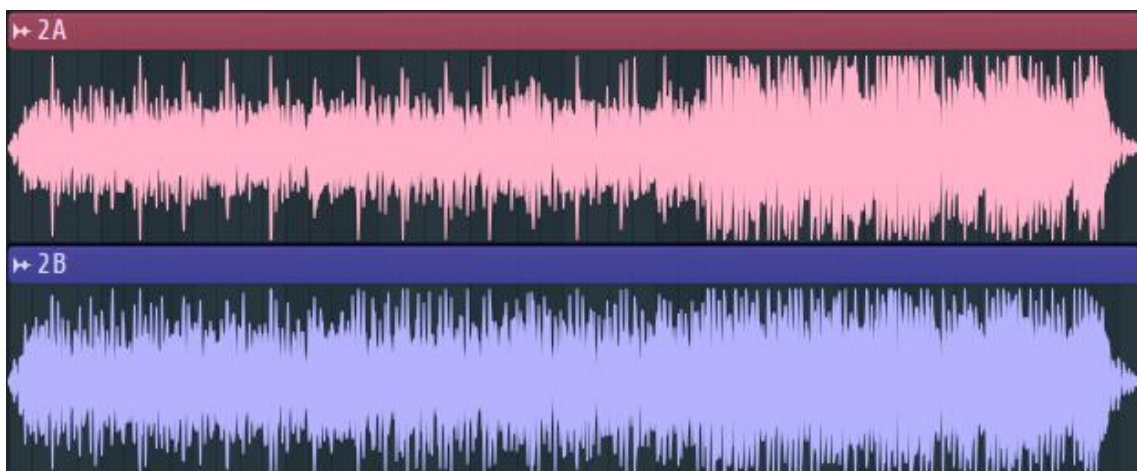


Abbildung 39 – Exemplar 2: Waveform Darstellung beider Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Exemplar 3) Dave Taye - Celebrate (links: Sonority Lab, rechts: LANDR)

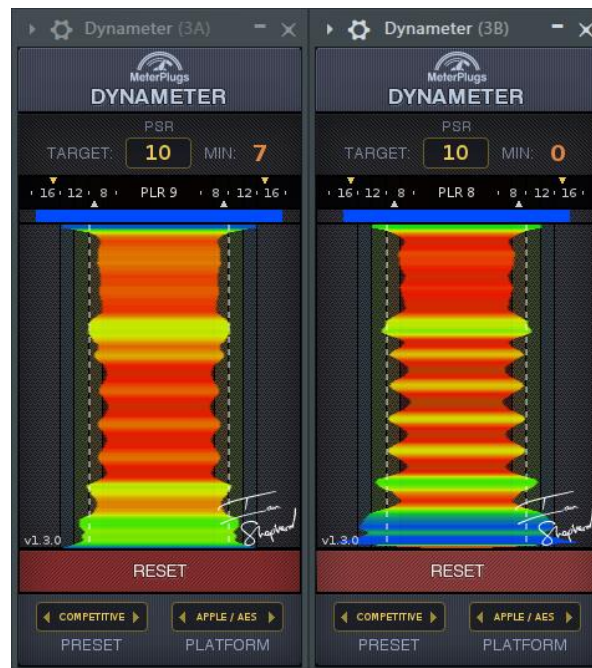


Abbildung 40 – Exemplar 3: Dynameter Graph der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

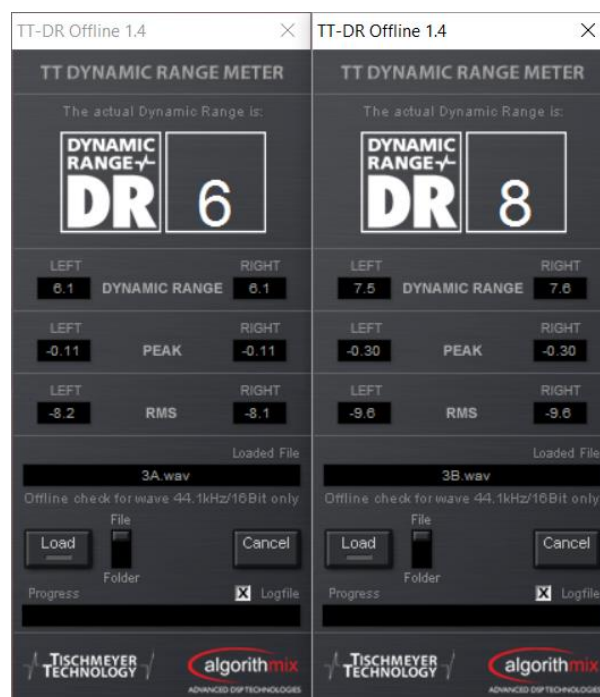


Abbildung 41 – Exemplar 3: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)



Abbildung 42 – Exemplar 3: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

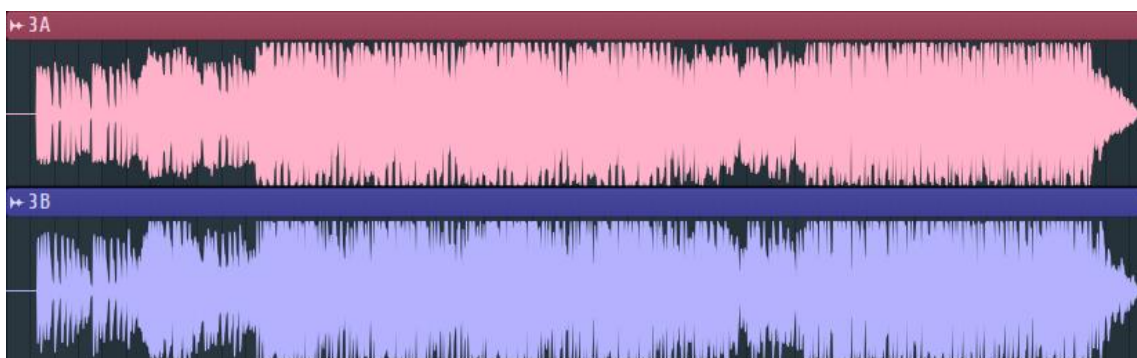


Abbildung 43 – Exemplar 3: Waveform Darstellung beider Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Exemplar 4) Stacia X Wunderwald – Please be Mine (Extended Mix) (links: Sonority Lab, rechts: LANDR)

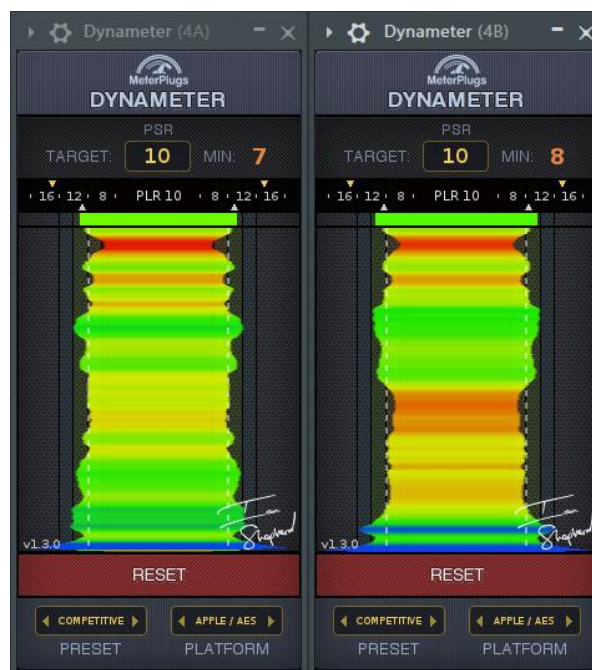


Abbildung 44 – Exemplar 4: Dynameter Graph der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)



Abbildung 45 – Exemplar 4: TT Dynamic Range Meter Messwerte der beiden Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)



Abbildung 46 – Exemplar 4: Überprüfung beider Versionen auf Inter-Sample-Peaks mit FabFilter Pro-L. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

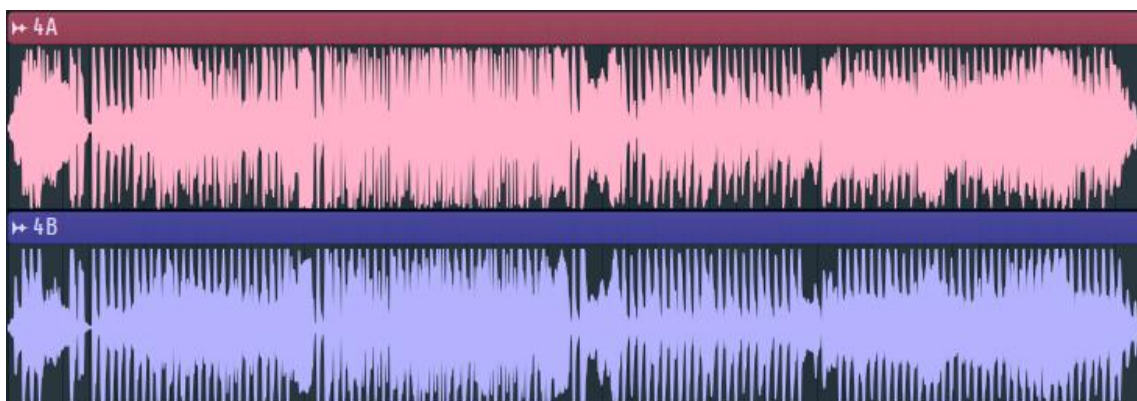


Abbildung 47 – Exemplar 4: Waveform Darstellung beider Versionen. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Anlage 5:

Fragebogen:

Angaben zu Ihrer Person (und Technik)

Ihr Geschlecht: *

- ☐ Männlich
- ☐ Weiblich

Ihr Alter: *

Bitte wählen... ▾

Sie hören Musik... *

passiv = nebenbei / unbewusst / Musik als "Grundrauschen" z.B Radio beim Frühstück / Autofahren etc.

aktiv = genaueres Zuhören / Augen schließen und genießen / mehrmaliges Anhören / selbsterstellte Playlists etc.

- ☐ selten & passiv
- ☐ regelmäßig & eher passiv
- ☐ regelmäßig & eher aktiv
- ☐ viel & aktiv
- ☐ beruflich (Musiker / Ton-Ingenieur o.ä.)

Ihre Abhörsituation bei der Umfrage: *

(Laptop-, oder Handylautsprecher sind nicht ausreichend. Bitte verwenden Sie Kopfhörer oder externe Lautsprecher.)

- ☐ Kopfhörer
- ☐ Externe Lautsprecher / Musikanlage
- ☐ Beides

Qualität ihrer aktuellen Abhörsituation: *

(bitte nach eigenem Ermessen ankreuzen)

- ☐ Unteres Segment (günstig)
- ☐ Mittleres Segment (Mittelklasse)
- ☐ Oberes Segment (hochwertig)
- ☐ Spitzenklasse / Studio-Equipment (sehr hochwertig)

Abbildung 48 – Screenshot: Fragebogen: Teil 1. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Für die nächsten Fragen benötigen Sie das Versuchsmaterial. (siehe erste Seite)

Es gibt insgesamt vier Musikstücke in jeweils zwei Versionen (A / B).

Zusätzlich gibt es jeweils eine Datei, bei welcher sich beide Versionen fortlaufend abwechseln (z.B. 1Vergleich_AB).

Hören Sie sich die Musikstücke an und entscheiden Sie, welche Version für Sie besser klingt. Sie können Ihre Entscheidungen auch gerne mit kurzen Stichpunkten begründen.

Exemplar 1.) Welche Version finden Sie besser? *

- ☐ 1A
- ☐ 1B
- ☐ Höre keinen Unterschied / beide gleich

Optionale Begründung:



Abbildung 49 – Screenshot: Fragebogen: Teil 2. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Einleitung

Diese Umfrage enthält einen Blindversuch, bei welchem zwei verschiedene Audio Mastering Dienste verglichen werden.

Für den Blindversuch benötigen sie:

- die Versuchsexemplare:

Google-Drive (einzeldownloads oder ZIP-Datei 162MB): https://drive.google.com/folderview?id=0Bzss_0v61PwXNGZzRzhpZFNBVTg&usp=sharing

[id=0Bzss_0v61PwXNGZzRzhpZFNBVTg&usp=sharing](https://drive.google.com/folderview?id=0Bzss_0v61PwXNGZzRzhpZFNBVTg&usp=sharing)

alternativ

WeTransfer (ZIP-Datei, 162MB): <https://we.tl/hQnkcPIMOt> (Link gültig bis 7.07.2016)

- Ihre Lieblings Lautsprecher und/oder Kopfhörer

Alles klar? Wir können loslegen!

Abbildung 50 – Screenshot: Fragebogen: Einleitung. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Anlage 6:



Abbildung 51 – Screenshot: Auswertung Teil 1. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

6. Exemplar 1.) Welche Version finden Sie besser? *

.png

Anzahl Teilnehmer: 102

63 (61.8%): 1A

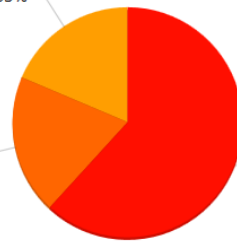
20 (19.6%): 1B

19 (18.6%): Höre keinen Unterschied / beide gleich

Höre keinen Unterschied / beide gleich: 18.63%

1B: 19.61%

1A: 61.76%



8. Exemplar 2.) Welche Version finden Sie besser? *

.png

Anzahl Teilnehmer: 102

31 (30.4%): 2A

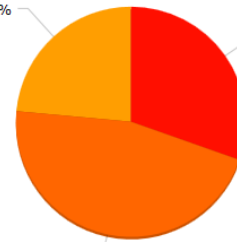
47 (46.1%): 2B

24 (23.5%): Höre keinen Unterschied / beide gleich

Höre keinen Unterschied / beide gleich: 23.53%

2A: 30.39%

2B: 46.08%



10. Exemplar 3.) Welche Version finden Sie besser? *

.png

Anzahl Teilnehmer: 102

66 (64.7%): 3A

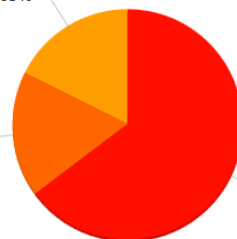
18 (17.6%): 3B

18 (17.6%): Höre keinen Unterschied / beide gleich

Höre keinen Unterschied / beide gleich: 17.65%

3B: 17.65%

3A: 64.71%



12. Exemplar 4.) Welche Version finden Sie besser? *

.png

Anzahl Teilnehmer: 102

48 (47.1%): 4A

44 (43.1%): 4B

10 (9.8%): Höre keinen Unterschied / beide gleich

Höre keinen Unterschied / beide gleich: 9.80%

4A: 47.06%

4B: 43.14%

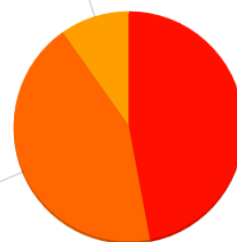


Abbildung 52 – Screenshot: Auswertung Teil 2. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

7. Optionale Begründung:

.xls .csv

Anzahl Teilnehmer: 13

- kräftigere Musik. Bei 1B sind nur die Vocals prägnant
- Bei 1B ist die Stimme des Akteurs deutlich klarer zu hören / hervorgehoben, was mir persönlich hier nicht zusagt, da mir weder der Klang der Stimme noch der Gesang als solches gefallen. Ergo bevorzuge ich Variante 1A, mit satteren Bässen und allgemein kräftiger klingenden Instrumenten.
- Eindeutig A, bei B sind die Stimmen viel zu laut. B klingt nicht rund.
- Der Gesang bei 1B ist zu dominant/laut, fast schreiend.
- Bei Version B übertönt der Gesang zu stark die Instrumente.
- habe das Gefühl die Musik klingt voller
- Breiteres Stereo-Panorama, Bass sticht besser heraus, generell "definierter", angenehmerer Frequenzverlauf
- Besserer Bass
- Die Musik ist hörbarer.
- Gesang zu sehr im Fordergrund. Stimmen bzw. Höhen nicht gut abgestimmt. Gesang zu sehr im Vordergrund
- Bei 1B sind die Stimmen oft viel zu laut. Sie treten zu sehr in den Vordergrund.
- ich hatte das Gefühl, dass B etwas hallt
- B ist mir zu klar abtrennbar, habe das Gefühl ich höre jede Tonspur und nicht das gesamte

Abbildung 53 – Screenshot: Begründungen für 1A. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

7. Optionale Begründung:



Anzahl Teilnehmer: 6

- Anfang klang tiefer und Stimme somit intensiver
- A: Ansage rein rechts (Balance)
B: räumlich klarer
- 1B wirkt in den Höhen (Gesang) etwas klarer und hebt sich mehr von den Mitten und Tiefen ab, bei A empfand ich dies nicht so klar, B gefällt mir somit besser, wirkt hochwertiger
- Vocals hervorgehoben und somit deutlicher, Instrumentals ruhiger und eher im background
- Ich hatte den Eindruck, dass im Musikstück 1B der Bass (wenn ich das so sagen kann) stärker war. 1A wirkte eintönig. Das war bei 1B nicht der Fall.
- klarere Stimme
angenehmerer Sound

Abbildung 54 – Screenshot: Begründungen für 1B. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

9. Optionale Begründung:



Anzahl Teilnehmer: 9

- Erneut Variante A. Ich empfinde 2A als harmonischer / "runder", wohingegen bei B die Höhen etwas zu präsent sind, speziell permanent im hörbaren Rasseln? wirken so recht aufdringlich, beinahe peitschend.
- Bei 2B ist der Gesang wieder zu laut, aber ich mag, dass die Musik klarer klingt. Sie ist definierter zu hören. Also egtl unentschieden.
- habe das Gefühl die Musik klingt voller
- "S"-Laute des Gesangs nicht so scharf, Höhen nicht so penetrant
- Gesang zu sehr im Fordergrund. Stimmen bzw. Höhen nicht gut abgestimmt. Gesang zu sehr im Vordergrund
- Ähnlich dem ersten Beispiel. Hier sind mir zudem die Höhen zu prägnant. Manchmal hat man hissing-Geräusche drin und ein leichtes Kratzen.
- A: Stimme nicht übernatürlich laut/(höher)
- Kann ich auch nicht wirklich sagen. Aber B war prinzipiell lauter und somit auch durch die dominierende Stimme wieder etwas unangenehmer !
- das s hat sich bei dem anderen komisch angehört?

Abbildung 55 – Screenshot: Begründungen für 2A. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

11. Optionale Begründung:



Anzahl Teilnehmer: 9

- Mehr Druck und Bass. 3B klingt falsch
- B klingt nicht rund. Unrunder Bass. Bei A ist definierte Bass/Bassdrum zu hören.
- Version B hält ein kleiner Echo nach... deshalb kling A besser.
- Angenehmerer Frequenzverlauf, insb. nicht so viele Höhen, bessere Ausarbeitung der unteren Frequenzanteile, klingt weniger verzerrt, leider nicht ganz so breit im Panorama
- runderer Bass bei A
- Gesang zu sehr im Fordergrund. Stimmen bzw. Höhen nicht gut abgestimmt. Gesang zu sehr im Vordergrund
- 3A ist fetter. Ich muss sagen, dass mir die Bässe zu krass sind. Aber beim Beispiel B klingt alles sehr flach, mit vielen Mitten. Da gefällt mir die Mischung bei A doch besser.
- A: Besser da der deutlicherer Bass (Anmerkung: abgehört auf AKG K 271, eventuell auf anderen Kopfhörern /Anlagen zu viel)
- Verstärkung des Grundbeats, bessere Tiefen

Abbildung 56 – Screenshot: Begründungen für 1B. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

11. Optionale Begründung:



Anzahl Teilnehmer: 5

- Bei diesem Titel wirkt nun Variante B) für meinen Geschmack angenehmer und etwas "peppiger" / dynamischer.
- Die verschiedenen Instrumente und "Mittel" konnte man besser raushören.
- Siehe 1. und 2. - genau die gleiche Empfindung
- Auch in diesem Fall klingt 3B etwas lauter und klarer. Mir gefällt 3B besser, da es lauter klingt und nicht eintönig.
- zu viel bass in a

Abbildung 57 – Screenshot: Begründungen für 1B. (Quelle: Eigene Darstellung, 2016)

Alle Antworten der Umfrage in einer Excel-Datei:

https://drive.google.com/open?id=0Bzss_0v61PwXZUtib3QzbIJfbDQ

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname